
nature
الطبعة العربية
الدورية الشهرية العالمية للعلوم
البقاع المضيئة
بين الشِّعاب
المرجانية تُظهِر
وسيلة للحفاظ عليها
صفحة 54
رغم كل
الصِّعاب
الطب البيولوجي
التجربة الأولى
لكريسبر على البشر
تجربة صينية لتقنية «كريسبر»
على مصابي سرطان الرئة
صفحة 25
ديناميّات الدَّرَّاجة
فيزياء
على عجلتين
الفيزياء الغامضة.. التي
تُبْقِي الدَّرَّاجات منتصبةً
صفحة 28
خيال علمي
صناعة
فرانكنشتاين
العِلْم والصِّدامات الاجتماعية
في رائعة ماري شيلي
صفحة 40
ARABICEDITION.NATURE.COM
سبتمبر 2016 / السنة الرابعة / العدد 48
ISSN 977-2314-55003
© 2016 Macmillan Publishers Limited. All rights reserved

nature

سبتمبر 2016 / السـنــة الرابعة / العـدد 48

فريق التحرير

رئـيـس التحـريـر: فيليب كامبل
المحرر التنفيذي: محمد يحيى
مدير التحرير والتدقيق اللغوي: محسـن بيـومي
مدير تحرير الترجمة: علياء حامد
محـرر علمي: سُفانة الباهي، لبنى أحمد نور، هبة نجيب مغربي
مدير الشؤون الإدارية والمشروعات: ياسمين أمين
مساعد التحرير: رغدة سعد
مصمم جرافيـك: عمرو رحمـة
مستشار التحريـر: أ.د. عبد العزيز بن محمد السويلم
مستشار الترجمة: أ.د. سلطان بن عبد العزيز المبارك
اشترك في هذا العدد: أحمد بركات، حسن حلمي، راضية عبيد، رضوان عبد العال، ريهام الخولي، سعيد يس، سومر عادلة، طارق راشد، عائشة هيب، فكرات محمود، فواز عبد الرحمن عبد الراضي، لينا الشهابي، محمد السيد يحيى، محمد الوكيل، مدحت مريد صادق، محمود على بصل، نسيبة داوود، نهال وفيق، هبة آدم، هبة الغايش، هويدا عماد، وسيم عبد الحليم، وليد خطاب.

مسؤولو النشر

المدير العام: ستيفن إينشكوم
المدير العام الإقليمي: ديفيد سوينبانكس
المدير المساعد لـ MSC: نِك كامبل
مدير النشر: أماني شوقي

عرض الإعلانات، والرعاة الرسميون

مدير تطوير الأعمال: جون جيولياني
(J.Giuliani@nature.com)
الرعاة الرسميون: مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية KACST
http://www.kacst.edu.sa
العنوان البريدي:
مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
ص. ب: 6086 - الرياض 11442
المملكة العربية السعودية

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

التسويق والاشتراكات

التسويق: عادل جهادي (a.jouhadi@nature.com)
Tel: +44207 418 5626
تمت الطباعة لدى باكستون برس المحدودة، ديربيشاير، المملكة المتحدة.

NATURE ARABIC EDITION [ONLINE]

http://arabicedition.nature.com

للاتصال بنا:

للتواصل مع المحررين: naturearabic@nature.com

Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

رسالة رئيس التحرير

إطلالة على آفاق العلوم في شهر

في هذا العدد من دورية "*Nature* الطبعة العربية" تجدون مختارات من منشورات دورية *Nature* الدولية في أربعة أعداد أسبوعية، من الخميس الموافق 14 يوليو إلى الخميس الموافق 4 أغسطس 2016. ويضم العدد بين جنباته إضاءات على آفاق تَقَدُّم العلوم، نعرض منها ما يلي:

في قسم "أخبار في دائرة الضوء"، وتحت عنوان "الكشف عن منجم لبيانات الدماغ" نتعرف على مجهود عدد من علماء الأعصاب في سياتل بولاية واشنطن على مدار أربع سنوات؛ لعمل مسح منهجي للنشاط العصبي للقشرة البصرية لدماغ الفئران، ليقدموا مجموعة من البيانات التي تتاح للجمهور بنطاق وحجم غير مسبوقَين، من شأنها مساعدة العلماء في نمذجة الدماغ البشري، وفَهْمه.

وفي القسم نفسه موضوع بعنوان "دائرة اجتماعية تعزِّز انتشار فيروس نقص المناعة البشرية"، يتناول تحليلًا جينيًّا يوضح كيف تسهم العلاقات الجنسية بين الرجال كبار السن والفتيات المراهقات بقوة في انتشار فيروس نقص المناعة البشرية بين سكان جنوب أفريقيا، التي تحتوي على أكبر معدلات الإصابة بهذا الوباء، بالإضافة إلى السبل الممكنة لمكافحة هذه الظاهرة؛ للحدّ من انتشار الفيروس.

وتحت عنوان "ننتقل الآن إلى توقعات حالة الطاقة"، نرى كيف تعمل ألمانيا ـ التي تتحول إلى الطاقة غير النووية منخفضة الكربون ـ على توقُّع كمية الطاقة الشمسية وطاقة الرياح الممكن توليدها؛ بهدف تشغيل شبكات الكهرباء بكفاءة أكبر، والحفاظ على الحد الأدنى من المخزون الأحفوري.

وفي قسم "التحقيقات"، وتحت عنوان " فيزياء على عجلتين"، نتعرف على حياة جيم بابادوبولوس، التي قضى أغلبها مبهورًا بالدَّرَّاجات فقط، دون غيرها، ليس فقط راكبًا لها، ولكن أيضًا متأملًا في الألغاز الرياضية التي تحويها؛ والقوى غير المرئية التي تضمن توازنها أثناء ركوبها، ومحاولاته لتقديم تصميمات مختلفة للدراجات، تضمن ثباتًا أكبر لها.

كما يحتوى قسم "التحقيقات" أيضًا على موضوع بعنوان "القارة المنسية"، الذي يتناول محاولات علماء مستحاثات أسلاف البشر في الصين لإثبات علاقة "إنسان بكين" ـ الذي اكتُشِفت جمجمته في عام 1929، ويُقَدَّر عمره بحوالي 780 ألف سنة ـ بالبشر المحدثين، والبشر الأوائل؛ سعيًا إلى تعديل السرد التقليدي لقصة تطوُّر البشرية، التي تقول إنّ الإنسان المنتصب قد نشأ في أفريقيا منذ أكثر من مليوني عام، وانتشر بعدها في باقي أنحاء العالم.

وفي قسم "أنباء وآراء"، وتحت عنوان "حماية الفئران المخدّرة"، يتناول كل من لاورا كورنيليسن، وتشارلز بيرديه عقارًا معزِّزًا للإدراك، يُدعى CX546، يَقِي من التأثيرات العصبية التنكسية لعمليات التخدير المتكررة، التي تتعرض لها الفئران الصغيرة؛ عن طريق تنشيط التغيرات العصبية المرتبطة بالتعلُّم، ومَنْع موت الخلايا العصبية، مشيرين إلى أن هذا العمل يضيف الكثير إلى فَهْمنا للآليات التي تدعم فعالية عقار الكيتامين وتأثيراته، والتدخلات المحتملة التي قد تحسِّن النمو العصبي في الأطفال الرضّع، الذين يخضعون للتخدير والعمليات الجراحية. وفي القسم ذاته، وتحت عنوان "إلكترونات متجاذبة من الهندسة النانوية"؛ يتناول تاكيس كونتوس تجربة حديثة أثبتت نظرية الفيزيائي ويليام ليتل، التي يبلغ عمرها خمسين عامًا، والتي تنص على أن الإلكترونات ليست فقط تتنافر عن بعضها البعض بسبب شحناتها السالبة؛ لكنها قد تجذب بعضها البعض أيضًا، نتيجةً لتنافرها من إلكترونات أخرى، وهي التجربة التي يرى أنها ستكون مفيدةً، إذا استُخدمت كجهاز محاكاة كَمِّي للموصِّلات الفائقة من أجل البحوث الأساسية، بحيث يمكن أن تنضم إلى الملامح الأساسية التي تميِّز صندوق الأدوات الكَمِّي الخاص بعلم النانو.

أما في قسم"التأبين" وتحت عنوان "رحيل قامة علمية" نتناول التاريخ المُشَرِّف للعالم العربي الأول والوحيد الذي حاز جائزة نوبل للعلوم، الأب الروحي لكيمياء الفيمتو، أحمد زويل، الذي أحدث نبأ وفاته الشهر الماضي حالة من الحزن في أنحاء العالم.

وفي قسم "مهن علمية"، وتحت عنوان " الإغراق المعلوماتي"، تشرح إستر لاندهيوز الأدوات المختلفة التي يمكن للعلماء والباحثين الاستعانة بها؛ ليظلوا مواكبين للطوفان الهادر من الأوراق البحثية والدوريات العلمية؛ وهي الأدوات التي تشمل المدونات، وشبكات التواصل الاجتماعي، وكذلك التعاون بين الزملاء في أشياء أخرى كثيرة.

مدير تحرير الترجمة
القائم بأعمال نائب رئيس التحرير
علياء حامد

المحتويات

سبتمبر 2016 / السنة الرابعة / العدد 48

هـذا الشـهـر

افتتاحيات

رؤية كونية



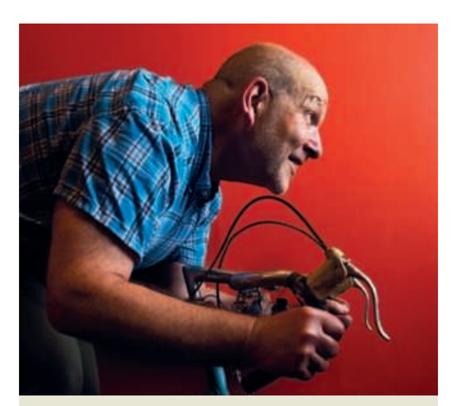
أضواء على البحوث

ثلاثون يومًا

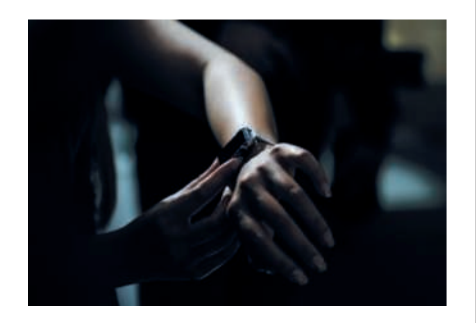
مهن علمية

أخبـار في دائرة الضـوء

تحقيقات



تعليقات



كتب وفنون

تأبين

مستقبليات



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات

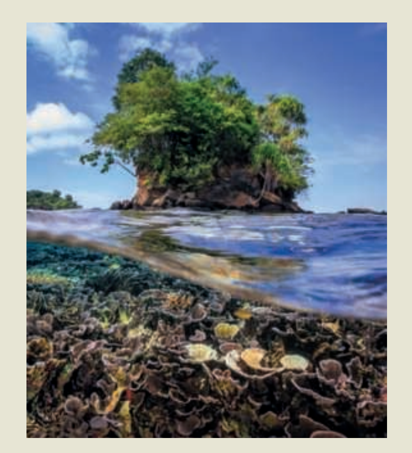
سبتمبر 2016 / السنة الرابعة / العدد 48

أبحــاث

أنباء وآراء

TANE SINCLAIR-TAYLOR (T.SINCLAIRTAYLOR@GMAIL.COM)





على الغلاف

رغم كل الصعاب

الشِّعاب المرجانية حول جزيرة صغيرة في خليج كيمبي في بابوا غينيا الجديدة.

استخدم العلماء بيانات من أكثر من 2500 شعبة مرجانية حول العالم؛ لتحديد 15 «بقعة مضيئة»، كانت الكتلة الحيوية للشعاب فيها أعلى من المتوقَّع بشكل ملحوظ. وبناء على هذا التحليل، يجادل مؤلفو البحث المنشور في دورية *Nature* لإعادة تركيز جهود الحفاظ على الشعاب المرجانية، بعيدًا عن حماية المواقع البكر النائية، وتوجيهها نحو تلك المواقع التي واجهت أزمة الشعاب المرجانية بنجاح.

صفحة 54

ملخصات الأبحاث

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هــــذا الشــــهــــر

افتتاحيات



علاجــات شــافيــة للجميــع

يجب على المشرِّعين الأمريكيين مَنْح شركات الأدوية الثقة؛ لتجربة علاجات السرطان على الأطفال.

يسبِّب تشخيصُ مرض السرطان صدمةً، لكنّ الكبار المصابين بالمرض يمكنهم أن يجدوا في علاجات عديدة متاحة ما يخفِّف معاناتهم، من خلال التجارب الإكلينيكية، والعقاقير المطروحة بالفعل في السوق. أما الأطفال، فلا يسعهم ذلك. فنظرًا إلى أنهم لا يشكِّلون إلا 1% من الأمريكيين المصابين بالسرطان، فإنهم يحتلون أولوية متأخرة لدى شركات الصناعات الدوائية التي تريد الدفع بأي عقار فعّال بسرعة. وأمّا مشقة إجراء تجربة إكلينيكية على الأطفال، فقد تبدو وكأنها لا تستحق المحاولة، إلا بعد أن يثبت أمان العقار وفعاليته لدى البالغين. ويمكن أن تستغرق هذه العملية عقودًا، مما يترك الأطفال أحيانًا لعلاجات عفا عليها الزمن.

وللحصول على علاجات في مرحلة مبكرة، يمكن أن يلجأ آباء هؤلاء الأطفال إلى برامج إتاحة الاستخدام الرحيم للأدوية غير المعتمَدة، التي تقوم فيها الشركات بإعطاء العقاقير التجريبية للأشخاص الذين هم في حاجة ماسة إليها. وفي الولايات المتحدة، يتعيَّن على الشركات التي توافق على تقديم الأدوية بهذه الطريقة أن تطلب من سلطة الأغذية والأدوية إذنًا طارئًا؛ وغالبًا ما تحصل عليه.

وعلى الرغم من أن هذا النظام مفيد للبعض، إلا أنه مليء بالتعقيدات، إذ يروي المرضى وأُسَرُهم المصاعب التي تواجههم في تقديم طلبات المشارَكة في هذه البرامج، ويقولون إنهم نادرًا ما يتلقَّون ردودًا من الشركات. والشركات التي تحبس عقارًا بعينه ـ بسبب نُدْرَته في السوق، أو لأنه غير مناسب لمريض بعينه ـ قد تجد نفسها هدفًا لحملات انتقاد على وسائل التواصل الاجتماعي، التي تسلِّط الضوءَ على حالات مرضية بعينها. ويساور الشركات القلقُ من موت أحد المرضى، أو إصابته بأذى أثناء تَنَاوُله عقارًا بعينه، لأن هذا قد يضرّ بفُرَص حصول العقار على التراخيص. ولا أحد يعرف كم عدد الطلبات التي يقدِّمها الآباء، ومعدَّل موافقة الشركات عليها، لكن يقال إن الشركات غالبًا ما ترفض تقديم العقاقير، بحجة أنها لم تُجَرَّب على الأطفال.

> **"الثغرات القانونية غالبًا ما تَحُول دون حصول الأطفال المصابين بالسرطان على العقاقير الجديدة".**

تُعَدّ التجارب الإكلينيكية الضرورية على عقاقير سرطان الأطفال نادرة، إذ إنّ تصميم تجربة إكلينيكية ليس بالمسألة البسيطة مطلقًا، لكن إضافة الأطفال إلى هذه العملية يزيدها تعقيدًا بدرجة هائلة. فالأطفال ليسوا مجرد «بالغين صغار»، ذلك أنهم يستقبلون العقاقير بطرق شديدة الاختلاف عن الكبار. ومن الصعب أن تتنبأ من الدراسات التي تُجرى على البالغين أو الحيوانات ما إذا كان عقارٌ بنظام العلاج الكيميائي سيكون أكثر سُمِّيَّة أو أقل سُمِّيَّة لدى الأطفال، أم لا، وعند أي جرعة، كما أن عملية الحصول على موافقة مستنيرة على مشارَكة الأطفال في تجربة يمكن أن تكون أيضًا أكثر تعقيدًا. وتخشى الشركات أن يؤدي موت أحد الأطفال ـ حتى وإنْ لم يكن للموت علاقة بالعلاج ـ إلى إثارة دعاية سلبية للعقار الجديد.

وقد شهدت السنوات الأخيرة محاولات لإتاحة المزيد من العقاقير لعلاج الأطفال. ففي الولايات المتحدة، صدر قانون في عام 2003، يُعرف باسم "قانون الإنصاف في بحوث طب الأطفال" PREA يقضي بأن تضع الشركات خطة تبيِّن الطريقة التي ستختبر بها العقاقير التجريبية على الأطفال، على الرغم من أن هناك تجارب كثيرة مستثناة. وهناك قانون ثانٍ، يُسمى "قانون الأدوية الأفضل للأطفال"، يحضّ الشركات على إجراء تجارب إكلينيكية على الأطفال، بمَنْحها ستة أشهر إضافية من حقوق التسويق الحصرية للعقار المخصَّص للبالغين.

وبشكل عام، حقق هذان القانونان نجاحًا، حيث أدَّيَا إلى تحديث بطاقات بيانات المئات من العقاقير؛ لتتضمن معلومات بخصوص استخدامها للأطفال، لكن الثغرات القانونية غالبًا ما تَحُول دون حصول الأطفال المصابين بالسرطان على العقاقير الجديدة. وعلى سبيل المثال.. العلاجات المتاحة للأمراض التي لا تصيب الأطفال ـ كمرض ألزهايمر ـ مستثناة من قانون الإنصاف في بحوث طب الأطفال. وقد طُبقت الاستثناءات المصمَّمة لمثل هذه الأمراض بشكل واسع على السرطان. فعلى سبيل المثال.. تُستثنى العلاجات التي يتم إجراء تجاربها على البالغات المصابات بسرطان الثدي؛ لأن الأطفال لا يُصابون بهذا النوع من السرطان، حتى وإنْ كان بإمكان العقار أن يعالج سرطانًا يصيب عضوًا مختلفًا من أعضاء الجسم لدى الأطفال .

ومِن العقاقير المستثناة أيضًا: العقاقير التي تعالج الأمراض «اليتيمة»؛ أي الأمراض النادرة التي تصيب أقل من 200 ألف شخص في الولايات المتحدة. وقد شهد عدد تصنيفات الأمراض اليتيمة ارتفاعًا حادًّا في السنوات الأخيرة، ذلك أن تحسُّن القدرة على تحديد الأساس الجزيئي للسرطان لدى فرد بعينه يعني أن التشخيصات صارت مجزَّأة على نحو متزايد، وأن غالبية العقاقير المعتمَدة لعلاج السرطان تحمل الآن تصنيفات الأمراض اليتيمة هذه.

وتحاول التشريعات الآن سَدّ هذه الثغرات.. فمِن شأن قانون "البحوث من أجل الإنصاف وتسريع العلاجات الشافية للأطفال ""RACE" ـ الذي قُدِّم إلى الكونجرس الأمريكي في 14 يوليو الماضي ـ أن يفرض على الشركات تطبيق قانون الإنصاف في بحوث طب الأطفال على أي علاج ذي هدف جزيئي وثيق الصلة بمرض يصيب البالغين والأطفال على حد سواء. كما أن من شأنه أيضًا أن يلغي استثناء الأمراض اليتيمة. وفي يوليو الماضي، مَرَّرَت الوكالة الأوروبية للأدوية قواعد مماثلة؛ لكي تُصَعِّب على الشركات تَجَنُّب اختبار العقاقير على الأطفال. وتَسْرِي هذه القواعد عندما يشترك البالغون والأطفال في إحدى آليّات المرض، إلا إذا كان مِن المرجح ألا يكون العقار آمنًا للأطفال.

وفي ظل عدم انعقاد جلسة الكونجرس الآن، وتَرَكُّز اهتمامه على الانتخابات الأمريكية المقبلة، فمِن المستبعَد أن يقطع مشروعُ القانون المذكور خطوةً إلى الأمام قبل السنة المقبلة، لكنْ عندما ينظر فيه المشرعون، ينبغي عليهم أيضًا التصدِّي للمشكلات التي تواجه برامج إتاحة الاستخدام الرحيم، وتأمين عملية شفّافة ونافعة للأشخاص؛ ليتمكنوا من الحصول على العقاقير غير المعتمَدة. كما ينبغي أيضًا أن يشجعوا الشركات على إتاحة المزيد من الأدوية، من خلال الحوافز السوقية، وتوفير المزيد من الحماية، إذا ما حدث خَطْب ما. ■

علــم التصنيــف في عالَــم افتــراضي

يحاول الناس في كل مكان اصطياد البوكيمون.. فهل يمكنهم أيضًا اصطياد أنواع جديدة من الكائنات؟

قَضَى ملايين الأشخاص شهر يوليو الماضي يتجولون في أماكن مختلفة، حيث كانوا ـ على ما يبدو ـ يلعبون لعبة "بوكيمون جو" Pokémon Go الإلكترونية؛ ليبحثوا عن مخلوقات في عالَم من "الواقع المعزَّز". وبينما كان اللاعبون يتجوّلون ممسكين بهواتفهم الذكية عبر المتنزهات العامة والأحياء المجاورة، وفي بعض الأحيان على خطوط السكك الحديدية عالية السرعة أيضًا، كانوا يستكشفون كذلك الحياة البرية.

وسرعان ما دفع ذلك العلماءَ وأنصار حماية البيئة إلى استغلال هذه الفرصة النادرة؛ للوصول إلى قطاع من الجماهير يعكف عادةً على لوحات المفاتيح داخل غرف مظلمة؛ فقاموا بتشجيع الباحثين عن "البوكيمون" على التقاط صور مخلوقات حقيقية، ونشرها على شبكة الإنترنت. والسؤال المهم الآن هو: كم سيمضي من الوقت، قبل أن يتم اكتشاف نوع جديد من المخلوقات بواسطة اللعبة؟

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

إنّ الأمر ليس محض خيال؛ فـ90% من النجاح ـ بوجه عام ـ يتشكَّل بالعرق والكفاح، وبذلك.. فقد خلق ملايين اللاعبين ـ الذين يتجولون الآن في كل مكان، باحثين في كل الزوايا، وتحت الشجيرات في كل بقاع العالم ـ من اللعبة تمرينًا رياضيًّا شاقًّا، ويحمل كل منهم كاميرا عالية الوضوح؛ للبحث عن "البوكيمون". ويمكن ربط ذلك بسابقة حدثت في مطلع هذا العام، إذ أفادت مجموعة من العلماء باكتشافهم نوعًا جديدًا من الجراد في الفلبين، سُمّي *Arulenus miae*، بعد أن لمح أحد الباحثين الحشرة غير المألوفة في صورة منشورة على موقع التواصل الاجتماعي "فيسبوك" (J. Skejo and J. H. S. Caballero *Zootaxa* **4067**, 383 – 393; 2016)، إلا أنه يتعين على لاعبي "بوكيمون جو" أن يَحْذَروا؛ إذ لا يوجد أي وجه للشبه بين غزو عالَم من المخلوقات الوهمية الساحرة ـ التي تحمل أسماء معينة، مثل "إيفي"، و"بيدجي" ـ والوقوع في شراك التعقيد التاريخي الذي تتسم به المدونة العالمية لتسمية الحيوانات. ولذا.. إذا التقطت صورة لشيء لم يكن يعرفه العِلْم من قبل، فكيف ستتصرف؟ اعتبِرْ ما يلي دليلًا تقدمه لك دورية *Nature*؛ لإرشادك إلى التصرف الصحيح.

"ما فائدة الاسم؟ فبالنسبة إلى معظم علماء الأحياء، يظل جسم الكائن نفسه هو الأهم."

الخبر الجيد هنا هو أن المدوَّنة (سنستخدم هذا الاسم من الآن فصاعدًا، توفيرًا لحروف "تويتر") تم تحديثها بشكل رسمي، ولم تعد تعتمد على الأشجار الميتة التي كانت تُعرف قبل أن تُولَد أنت. وفي عام 2012، وافقت اللجنة الدولية لتسمية الحيوانات ـ التي تحتفظ بالمدونة ـ على التعامل مع وسائل الإعلام الإلكترونية فقط، رغم ما أبداه التقليديون من اعتراض على هذا الأمر؛ وبذلك صارت تتعامل بمرونة أكبر حيال شروطها المسبقة بعدم السماح بتسمية الأنواع بصورة رسمية، إلا في الدوريات الأكاديمية المطبوعة فقط.

أمّا الخبر السيئ، فهو أنه إذا حدث أنْ رأى أحد علماء الأحياء المتواصِلِين على شبكة الإنترنت أنّ الفراشات، أو الطيور، أو أفراس النهر غير العادية، التي التقطت صورتها، تبدو كما لو كانت نوعًا جديدًا؛ فسيتعين عليك حينها أن تلجأ إلى اصطياد ذلك الحيوان (وقد تحتاج إلى قتله أيضًا).

وإذا كنتَ تعتقد أن الأمر صعب، فبعض علماء الحيوان يتفق معك. وهنا يبرز سؤال مهم: ما فائدة الاسم؟ فبالنسبة إلى معظم علماء الأحياء، يظل جسم الكائن نفسه هو الأهم. وقد بَرَزَ ذلك بعد أن حاول عالِمان خلال العام الماضي التعرف على نوع جديد من ذبابة النحل، كانا قد تَمَكَّنَا من صيدها وتصويرها في جنوب أفريقيا، وتسميتها؛ إذ اصطدما بالأعراف العلمية التي تتطلب تقديم عيِّنة من مزرعة نمطية ـ أو ما يُسَمَّى holotype ـ لإدراج النوع الجديد رسميًّا في قائمة تصنيفية، لكن الذبابة ـ مع الأسف ـ تمكَّنَت من الهرب، قبل أن يتم قتلها وتخليدها بهذا الشكل. ونظرًا إلى عدم رغبتهما في مطاردتها مرة ثانية، قام العالِمان بالمجازفة، وقَدَّمَا الصور وحدها كدليل على اكتشافهما (S. A. Marshall and N. L. Evenhuis *Zookeys* **525**, 117 – 127; 2015).

وقد حَذَّر العلماء بالفعل من تزايد أعداد "هواة التجميع الرقمي" بما يفوق أعداد جامعي العيِّنات، كما أن قواعد الحفظ الجديدة تزيد من صعوبة جَمْع عينات الأنواع الحقيقية ونقلها، إلا أنّ مجتمع التنوع الحيوي سيجد نفسه مضطرًا لمواكبة العصر، كما يرى العلماء، و"التكيف مع الأعداد المتزايدة من الفصائل الجديدة المكتشَفة، دون الالتفات إلى العيِّنات الميتة المحفوظة". وأضافوا أن الصور عالية الجودة "غالبًا ما توفِّر معلومات كافية للحصول على توصيف دقيق"، وهو كلام غير مقنع، لكنْ تظل القوانين لازمةً للتطبيق، وأحيانًا تكون لوضعها في الأصل أسبابٌ وجيهة. ففي شهر يوليو الماضي، انتقد علماء الحيوان من جميع أنحاء العالم بشدة فكرة الاعتماد على الصور فقط؛ إذ لا يمكن تحريك صورة في اتجاهات مختلفة، أو قَلْبها، ولا يمكن إخراجها من أماكن الحفظ، وتمديد رجليها الخلفيّتين برفق، أو إعادة فحص أعضائها التناسلية. وبعبارة أخرى.. لا يمكن التعامل مع الصور بشكل علمي، وستنتج عن ذلك نتائج غير دقيقة، وغير قابلة للإثبات أو إعادة الإنتاج أو التفنيد. وخلص العلماء في تقريرهم إلى أن "روح المدونة العالمية لتسمية الحيوانات قد انتُهكت عمدًا بهذا التوصيف القائم على 'صورة فقط'" (D. S. Amorim *et al*. *Zootaxa* **4137**, 121 – 128; 2016).

ومع ذلك.. فأفراس النهر ليست بهذه السرعة، وصَيْدها لا يمكن أن يكون بهذه الصعوبة. ففي حال كان لاعب "بوكيمون جو" الشجاع قد عثر فعليًّا على نوع جديد، وليس مجرد صورة عالية الجودة، سيكون الأمر الأهم حينها ـ بالطبع ـ هو: هل باستطاعته تسمية النوع الذي اكتشفه على اسم والدته؟ وفي هذا الإطار، يبدي علماء الحيوان قدرًا كبيرًا من المرونة، فعلى عكس الكواكب والعناصر الكيميائية والأمراض البشرية، جميع الأسماء تتناسب ـ في الغالب ـ مع الحياة البرية (فمثلًا، يشترك كل من ديك تشيني، وجورج دبليو بوش، ودونالد رامسفيلد في التقاء أسمائهم مع نوع من الخنافس، يُسَمَّى "slime-mould beetle")، لكن عليك التعقل في الأمور؛ فربما لا يُقَدِّر مَثَلُك الأعلى اهتمامَك هذا.

وفي يونيو الماضي، قام عالِم البيئة تشينج بن وانج بإطلاق اسم الرئيس الصيني شي جين بينج على نوع جديد من الخنافس؛ تكريمًا له على "قيادته التي جعلت بلدنا أكثر قوة" (C.B. Wang *Zootaxa* **4126**, 287 – 294; 2016)، حسب قول تشينج، لكن الأجهزة الرقابية الصينية رَدَّت على ذلك بتقنيات الواقع المعزَّز الخاصة بها؛ حيث حاولت حذف أي شيء يشير إلى هذا النوع من الخنافس من على شبكة الإنترنت. ■

أَعِـرْنِي أُذُنيـك

دراسة حول كيفية استيعاب الناس للموسيقى، تُظْهِر أن التآلفات المتنافرة أمرٌ متعلِّق بالثقافة.

إنّ الكتابة عن الموسيقى تشبه كثيرًا الرقص على إيقاع الفن المعماري، رجاء أصبر معنا قليلًا.

تقع قرية سانتا ماريا في بوليفيا الغربية، وهي تفتقر إلى المياه الجارية والكهرباء، كما أنها من الأماكن المنعزلة التي لا يمكن الوصول إليها، إلا عن طريق الإبحار بالقوارب، وسط أحد فروع نهر الأمازون. ويستوطن القرية الشعب التِّسماني، الذي لا يستطيع تمييز الاختلافات بين الأصوات المتوافقة، وتلك المتنافرة، أي العلاقات بين الدرجات الموسيقية التي تجعل أغنية "إلينور ريجبي" لفريق "البيتلز" ـ مثلًا ـ تبدو حزينة جدًّا.

تُعتبر التآلفات المتنافرة نظائر غير مستقرة للموسيقى الغربية؛ فتبدو متوترة، وتميل إلى التحول إلى أشكال أكثر استقرارًا. وعادةً ما تثير الطريقة التي يتَّبِعها المؤلفون الموسيقيون لخلق هذا التوتر وإزالته مزاجًا مختلفًا لدى المستمع، لكن هذا ليس الحال مع الشعب التِّسماني.

في ورقة بحثية نُشرت في شهر يوليو الماضي، وَصَف باحثون أنهم حين قاموا باختبار التمييز الموسيقي لدى الشعب التسماني القروي، شعر المستمعون باستساغة مماثلة للتآلفات المتوافقة والمتنافرة (J. H. McDermott *et al*. *Nature* http://dx.doi.org/10.1038/nature18635; 2016)؛ ولم يكن ذلك بسبب نقص في المشاعر، إذ كانوا قادرين على تمييز الأصوات المبهجة عن تلك الأقل بهجة. كما استطاعوا التعرف على "الخشونة" الصوتية التي تبدو مزعجة، مثل صوت قرع مسموع عند عزف نغمتين متقاربتي التردد في آن واحد.

وربما يعود عدم قدرة القرويين على تمييز ما قد يسميه الآخرون أصواتًا مستساغة من تلك المزعجة ـ إلى حد كبير ـ إلى ثقافتهم.. فالشعب التسماني لديه موسيقاه الخاصة، إلا أن نغماتها تعتمد على لحن واحد مجرد، أكثر من اعتمادها على نغمات متعددة منسجمة. وهم يعزفون على الآلات ويغنون في أنماط خطية منفردة، ولا يلتزمون بالموازين الغربية. وقد يبدو هذا غريبًا بالنسبة إلى المنغمسين في الإرث الموسيقي الأوروبي، بما يحمله من اختلافات واضحة بين الإيقاعات المستساغة، وتلك المزعجة.

وفي الواقع، تبدو الاختلافات واضحة جدًّا، لدرجة تجعلنا نميل إلى الاعتقاد أنها متأصلة فطريًّا، وتدعم هذا الاعتقادَ العلاقاتُ الرياضية الخاصة بالموسيقى، إذ إنّ للأبعاد المتوافقة نِسَبًا تامة من النغمات المنسجمة، فمثلًا في الدرجة الثامنة "أوكتاف" تبلغ النِّسَب 2:1، وفي الدرجة الرابعة التامة تبلغ 4:3، وفي الدرجة الخامسة التامة تبلغ 3:2. أما البعد المتنافر الأكيد، مثل النغمة الرابعة الزائدة أو الثلاثية، فله نسبة غير منطقية، تبلغ $\sqrt{2}:1$.

وعلى الرغم من أن التآلفات المتنافرة والمتوافقة تبدو كأنها عناصر أصيلة في البنية الكونية، تُظْهِر نتائج الشعب التِّسماني أنها من تفسير البشر الذين توصَّلوا إليها بالتجربة.

مِن شأن حكاية الشعب التِّسماني أن تنبِّهنا إلى أن الموسيقى الغربية لم تكن متعددة النغمات بالشكل الذي هي عليه الآن. ففي العصور الوسطى، كانت الموسيقى لحنية، مثلما كانت موسيقى الشعب التسماني. ولم يكن التناغم معروفًا، ولا السلالم الموسيقية الحديثة بالطبع. فقد كانت هناك ثماني درجات فقط، مقابِلة للدرجات البيضاء الموجودة على لوحة آلة "الأرجن"، ولم تكن الآلات الموسيقية البدائية تحتوي على مفاتيح سوداء، وبالتأكيد لم يكن هناك وجود لما يُعرف بالمفتاح الموسيقي. وعوضًا عن ذلك.. كانت هناك "مقامات"، كل منها محدَّد بالتباعد غير المتكافئ في المسافات الموسيقية، اعتمادًا على أي نغمة موسيقية يبدأ بها.

وفجأة، ظهر "الشيطان" في قفزات عبر ثلاث نغمات كاملة ـ تحديدًا بين درجتي السلم الموسيقي "فا"، و"سي" ـ ممثلًا نغمة ثلاثية، لاقت من النفور ما جعل السلطات الكنسيّة تصفها بشيطان الموسيقى (*diabolus in musica*)؛ وقامت بحَظْرها. أما المنشدون الذين يُغَنُّون مستخدمين نغمة ثلاثية، فقد فَضَّلوا خفْض النغمة "سي"، لِيُوجِدُوا مسافة موسيقية رابعة زائدة أكثر قبولًا. وتطورت تكنولوجيا آلة "الأرجن"، فأُدْرِج فيها أول مفتاح أسود، حيث يمثل درجة "سي" المنخفضة. ومع مرور الوقت، أُضيفت المفاتيح السوداء الأخرى؛ وتطورت

الموسيقى المقامية إلى نظام المفاتيح الموجود حاليًّا، الذي سريعًا ما أعقبه أكثر الابتكارات جرأة، وهو النغمات المتعددة.

ومِن الإنصاف أنْ نقول إنّ بنيان الموسيقى الغربية بأكمله قد بُني على التوتر الحادث بين التآلفات المتوافقة والمتنافرة، فموسيقى بِتهوفن، وموسيقى أغنية "الملحمة البوهيمية" لفريق "كوين" تأخذان المستمع في رحلات خيالية، لا يكون لها معنى سوى في هذا الإطار. ويسلك المؤلفان الموسيقيّان هاريسون بيرتويسل، وبيير بوليز طرقًا تعيد تحديد معنى البعد المتنافر، ولا تثير انبهار جماهير كثيرة. أما معظم قراء دورية *Nature*، كما نتمنى، فقادرون على التجاوب وجدانيًّا مع مشاعر الأسى والصفح في أغنية "ماريا" من فيلم "قصة الجانب الغربي" لليونارد بيرنشتاين، التي يغني فيها طوني اسم محبوبته بنغمة ثلاثية، سرعان ما تتحول إلى نغمة خماسية تامة.

"الشعب التِّسماني في بوليفيا لا يعلم شيئًا عن بيرنشتاين، ناهيك عن بيرتويسل".

إن الشعب التِّسماني في بوليفيا لا يعلم شيئًا عن بيرنشتاين، ناهيك عن بيرتويسل، وحتى حين تم تسجيل ألحانهم التقليدية وتغيير درجة نغماتها، وضبط الإيقاع لجَعْلها متعددة النغمات؛ ولإنتاج تآلفات متوافقة ومتنافرة، لم يستطع المستمعون التفرقة بين تلك الأبعاد. ونحن نأمل ألّا يكون صبرهم قد نفد مِن جرّاء لعب الغرباء السريع والكثير بتراثهم (فبعضنا لا يزال يشعر بالألم لسماع موسيقى باخ وهي تُذبح من خلال أداء فريق "ذا بيتش بويز" The Beach Boys.

في الختام، ولتلخيص المسألة، لا يرى أفراد الشعب التِّسماني أن النغمة الثلاثية أقل أو أكثر استساغة من أي مسافة موسيقية أخرى، فالشيطان لم يصل إلى هذا الجزء من بوليفيا كما يبدو؛ وربما تكون ألحانهم مشابِهة لما يُعزَف في جنة عدن. ■

أوليمبياد السايبورج

الألعاب الأولمبية تحتفي بالمهارة البدنية، بينما تحتفي دورة ألعاب "سايباثلون" Cybathlon بالإبداع في مجال الأطراف الاصطناعية.

ما الذي يحدِّد التفوق البدني في البشر؟ هل هو الجهد الذي يبذله نجوم الرياضة، إلى جانب ما يشعرون به من آلام ومعاناة، وإصرارهم على توظيف كل ما يمكن توظيفه من المزايا الوراثية لديهم؛ للوصول إلى أقصى درجات الاستعداد البدني للمنافسة؟ أم يجب الثناء أيضًا على الإبداع البشري، لا سيما عندما يتيح العِلمُ للرياضيين المعاقين ـ الذين يتمتعون بالدرجة نفسها من الحماس والإصرار، التي يتمتع بها نظراؤهم الأصحاء ـ فرصة التنافس، في إطار مبدأ تكافؤ الفرص؟

بالفعل يتنافس القائمون على دورات الألعاب الأولمبية والبارالمبية؛ من أجل البحث عن إجابة لهذا السؤال. ومؤخرًا، انضمت أوليمبياد "السايبورج" cyborg ـ وهي كلمة تُطلَق على الإنسان المُسَيَّر آليًّا ـ إلى المشهد المحتدم، حيث يتم المزج بين الإنسان والآلة؛ لخلق رياضيين من نوع جديد. فمِن المقرر أن تشهد مدينة زيورخ السويسرية في شهر أكتوبر القادم انطلاق منافسات دورة ألعاب "سايباثلون"، التي يشارك فيها 80 فريقًا من 25 دولة حول العالم.

يتكون كل فريق مشارِك في هذه الدورة من مجموعة من المهندسين والعلماء الذين تمكَّنوا من تصميم أطراف اصطناعية تعمل بالطاقة الكهربائية؛ لتجربتها مِن قِبَل لاعبين معاقين في ست منافسات. ومن خلال التحفيز الكهربائي لعضلات الساق المشلولة، يستطيع هؤلاء اللاعبون الروّاد ـ الذين يعانون من إصابات في الحبل الشوكي ـ ركوب الدراجات، بينما تعتمد سباقات أخرى على الأذرع الاصطناعية "الروبوتيّة" لإنجاز بعض المهام، مثل إعداد طاولة الطعام، أو تتبُّع نشاط الدماغ أثناء سباق على الشاشة.

إنَّ ما يميز دورة ألعاب "سايباثلون" عن غيرها من الأحداث الرياضية هو احتفاؤها بما حققه الإنسان من إنجازات في مجال التكنولوجيا، بدلًا من التركيز على التفوق البدني وحده. فبعكس دورات الألعاب الأولمبية التي تحدّ من استخدام اللاعبين للتكنولوجيا، وتطالب المتنافسِين في سباقات الدراجات مثلًا باستخدام دراجات تنطوي على معايير صارمة، تعمد دورة ألعاب "سايباثلون" إلى الحدّ من القدرات البشرية؛ إذ تشترط على راكبي الدرجات أن يكونوا عاجزين عن تحريك أرجلهم، دون استخدام محفِّز اصطناعي.

هناك ـ بالطبع ـ اختلاف واضح بين أهداف المسابقتين؛ إذ تُعتبر الألعابُ الأولمبية منافسةً لتحقيق البطولات والأمجاد للمتنافسين، وتحقيق المتعة والترفيه للجماهير، بينما تهدف "سايباثلون" إلى فتح آفاق الإبداع والابتكار في مجال الأطراف الاصطناعية؛ من أجل طرح استخدامها في الحياة العامة. ومع تطوُّر التكنولوجيا وتنوع الفرص، من شأن هذه المنافسات أن تثير جدلًا أوسع حول أساليب التعزيز البشري. ■

عامِـل التأثيـر

تُنوِّع دورية *Nature* ودوريات *Nature* المتخصصة طُرُقَ عَرْض مؤشرات الأداء لديها.

تُعَدّ القياسات ـ في جوهرها ـ أدوات اختزالية، ومن ثم يمكن أن تكون خطيرة؛ إذ عادةً ما يؤدي الاعتماد عليها كمعيار للأداء ـ وليس كمؤشر للإنجازات والتحديات ـ إلى سلوكيات مَرَضية. ويُعَدّ عامل تأثير الدورية أحد هذه القياسات.

ففي ثنايا أحد الحوارات، التي أُجريت قبل عشر سنوات مع يوجين جارفيلد، الذي شارك في ابتكار عامل التأثير، قال إن ابتكاره شبيه باختراع الطاقة النووية، وأوضح قائلًا: "كنت أتوقع أن يُستخدم عامل التأثير بطريقة بنّاءة، مع إدراكي أنه قد يُساء استخدامه إذا عُهِد به إلى أيدٍ غير أمينة". وأضاف جارفيلد: "لكن لم يخطر ببالي أن يتحول يومًا إلى قضية جدلية على هذا النحو".

يقيس عامل التأثير ـ كما يَعْلَم قرّاء دورية *Nature* ـ معدل "الاستشهادات" لكل مقال منشور في الدورية بالأبحاث العلمية المنشورة على مدار عامين. وجدير بالذكر أن قياس عامل تأثير الدورية ونشره يتم بواسطة مؤسسة "تومسون رويترز"، وليس بواسطة الدورية مباشرة.

وقد احتفى الناشرون على مدى سنوات طويلة بتحقيق عوامل تأثير قوية؛ فهي في النهاية وسيلة لقياس أهمية ما ينتجونه من أوراق بحثية، كأحد أفضل الوسائل الممكنة، لكنْ يبقى عامل التأثير مقياسًا ساذجًا ومُخادِعًا؛ إذ يقلل ـ بشكل كبير ـ من قيمة البحوث في التخصصات التي يقل فيها النشر، أو التي تحظى بمعدلات استشهاد أقل، بينما يعطي ـ باعتباره أداة حسابية مجردة ـ أهمية غير متكافئة لعدد قليل من البحوث، التي تحظى بمعدلات استشهاد مرتفعة، ويعطي انطباعًا خاطئًا بعدم أهمية البحوث ذات معدلات الاستشهاد المتدنِّية.

ورغم معرفة الجميع بأوجه القصور هذه، إلا أن هذا لم يمنع العلماء، وجِهَات التمويل، والجامعات من الاعتماد على عامل التأثير بشكل كامل، كما لم يمنع الناشرين (بما في ذلك دورية *Nature*، في الماضي) من الترويج له بصورة مفرطة، مما يؤدي بالباحثين إلى الاعتماد عليه؛ لمساعدتهم في اختيار الدوريات التي يتقدمون إليها بأعمالهم، بصورة تقوِّض العلم الجيد. وتؤدي الضغوط والمحاولات الفاشلة الناجمة عن ذلك إلى خلق حالة من الإحباط، حتى وصل الأمر في بعض المختبرات ـ التي تخضع لإدارة سيئة ـ إلى تشجيع البحث العلمي الرديء، الذي يفشل في إثبات فرضياته، أو الذي لا يأخذ في اعتباره كل البيانات المتوفرة، قبل القفز إلى نتائج مُبَالَغ فيها.

أما الجانب الأكثر ضررًا في هذه الثقافة ـ كما أشارت دورية *Nature* سابقًا ـ فيكمن في استخدام عوامل تأثير الدورية كأساس لتقييم إنجازات كل باحث على حدة. فعلى سبيل المثال.. عند عمل قائمة قصيرة من مئات الباحثين المتقدمين إلى وظيفة ما، ليس أسهل من استبعاد مَن لا تحتوي سيرته الذاتية على بحث منشور في دورية ذات عامل تأثير مرتفع.

وهنا يأتي السؤال: كيف يمكن مقاومة هذه الثقافة التي تؤمن بالقياسات إلى حد الهوس؟

أولًا، هناك منهجية طبَّقها البعض في الماضي ـ وحان وقتها بكل تأكيد ـ حيث يُطلب من المتقدمين إلى وظيفة أو ترقية أو تمويل، إدراج نبذة عما يعتبرونه إنجازًا علميًّا لهم، بدلًا من الاكتفاء بتقديم قائمة بعناوين أبحاثهم المنشورة. قد يبدو ذلك حلًّا ساذجًا، لكن بعض الذين طبَّقوه وجدوا أنه يوجه الاهتمام ـ على نحو صحيح ـ إلى الباحثين المتقدمين للعمل، بدلًا من الدوريات.

ثانيًا، تحتاج الدوريات إلى تنويع أكبر لطرق عرض أدائها، فعلى سبيل المثال.. قامت دورية *Nature* بتحديث صفحة القياسات الخاصة بها على الإنترنت، لتشمل مجموعة من البيانات الببليومترية الإضافية.

وكجزء من ذلك التحديث الذي شهدته دورية *Nature*، ودوريات *Nature* المتخصصة، ودورية "ساينتيفيك ريبورتس"، قمنا في عام 2015 بحساب متوسط العامين السابقين، وهو متوسط عدد "الاستشهادات" التي حصلت عليها المقالات المنشورة في عامي 2013، و2014. لم تَشُبْ عملية حساب هذا المتوسط أي قِيَم شاذة (على سبيل المثال.. كان متوسط العامَين ـ الخاص بدورية *Nature* ـ أقل من عامل التأثير على مدى العامين، حيث بلغ الأول 24، بينما بلغ الثاني 38). وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/2arq7om.

لن يفيد تقديم هذه القياسات الإضافية في حل المشكلة المذكورة، بخصوص تنوع سمات الاستشهاد في التخصصات العلمية المختلفة. كما أنها لن تؤثر كثيرًا في الحدّ من الهوس بعامل التأثير، لكننا نأمل أن تقدم ـ على الأقل ـ وسيلة أفضل لتقييم دورياتنا، وأن تحسِّن من نظرتنا إلى عامل التأثير.

ورغم ذلك.. فإن أفضل وسيلة لتقييم دورية أو باحث، هي أن تقرأ البحوث بنفسك، ومِن ثم تكوِّن رأيك الخاص. ■

ARABICEDITION.NATURE.COM
للتعليق على المقالات، اضغط على المقالات الافتتاحية بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/nqvdkp

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

رؤية كَوْنيّة

BRITISH COUNCIL



مجتمع العلوم البريطاني المَرِن سيصمد أمام أزمة الخروج من الاتحاد الأوروبي.

يقول **إحسان مسعود** إن العلماء البريطانيين كافحوا من قبل؛ ليكون لهم وجود على الساحة العالمية، ولذلك.. لا يجب أن تتوقف مسيرة الكفاح الآن.

لم يكن هناك مبعوث بريطاني في الاجتماع الأول للمجلس الذي كان مسؤولًا عن إنشاء المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية "سيرن" CERN ـ التي تُعَدّ مختبر أوروبا لفيزياء الجسيمات ـ الذي عُقد في مايو من عام 1952. ففي ذلك الوقت، وفي السنوات السابقة له عندما كان المشروع قيد التخطيط والإطلاق، كان موقف بريطانيا الرسمي هو أن التعاون الأوروبي لا يقدِّم إلا القليل من الفوائد لمسيرة علمِ الفيزياء في بريطانيا، ومن ثم فَضَّلَت بريطانيا أن تسلك الدرب وحدها.

هل يبدو هذا مألوفًا؟ بعد مرور شهرين من استفتاء 23 يونيو 2016 على خروج المملكة المتحدة من الاتحاد الأوروبي، لا تلوح في الأفق أيّ بادرة لانتهاء الصدمة التي أحدثتها نتيجة الاستفتاء، التي لم تتوقعها إلا قِلَّة في المجال البحثي.

أما عن المناخ السائد، فهو حالة من عدم اليقين، حيث تتحدث الجامعات عن انتشار الهلع بين العاملين فيها. وعلى الرغم من محاولات بث الطمأنينة من جانب الحكومة البريطانية والمفوضية الأوروبية، فإن فكرة خروج بريطانيا من الاتحاد الأوروبي ـ في حد ذاتها ـ لها تأثير مخيف على سبل التعاون مع الاتحاد الأوروبي، سواء القائمة، أم المستقبلية؛ حتى إنّ أحد كبار المديرين في إحدى الجامعات الرائدة أخبرني أن أستاذًا جامعيًّا مخضرمًا من إحدى دول الاتحاد الأوروبي قد سأله عمَّا إذا كان مُعَرَّضًا لخطر الترحيل، أم لا.

لا ينبغي أبدًا أن نقع في فخ اليأس، فقد مررنا بظروف مشابهة نوعًا ما. فحكومات وسط اليمين البريطانية تميل إلى اعتبار التعاون الدولي أقلّ أهمية من التنافس. ولم يقتصر الأمر على رفض إحدى هذه الحكومات لمنظمة "سيرن"، بل إنّ إحدى الحكومات المحافِظة التي تبعتها ـ تحت قيادة إدوارد هيث ـ عارضت إنشاء برنامج الأمم المتحدة للبيئة، على أساس أن بريطانيا لديها بالفعل أفضل السياسات البيئية على مستوى العالم، وأن اتخاذ المزيد من الإجراءات في هذا الصدد من شأنه أن يضرّ بالصناعة. وعلى الرغم من أن بريطانيا كانت عضوًا مؤسِّسًا في منظمة الأمم المتحدة للتربية والعِلْم والثقافة "اليونسكو"، فقد خرجت منها في عام 1985 في ظل رئاسة حكومة مارجريت تاتشر (وانضمت إليها مرة أخرى فيما بعد).

وعلى مدار هذه السنوات، لم يكن العلماء البريطانيون أقل انفتاحًا على العالم، أو أقل تعاونًا، أو أقل إبداعًا وابتكارًا من أيّ وقت مضى. كل ما في الأمر أنه كان عليهم الكفاح بقوة؛ من أجل الحفاظ على علاقاتهم الدولية، وهو ما سيصبح لزامًا على خلفائهم والأجيال القادمة أن يفعلوه.

وسيتطلب هذا بعض الاستعدادات، ومشاركة سياسية. وعلى الرغم من عدم وضوح الرؤية، يجب أن يَفترِض العلماء أن القرار سيُنَفَّذ، فكما قالت تيريزا ماي ـ رئيسة وزراء بريطانيا الجديدة ـ مرارًا وتكرارًا: "التصويت بخروج بريطانيا من الاتحاد الأوروبي يعني خروجها فعليًّا"، كما أنها قَلَّدت بعض أبرز أعضاء الحملة المؤيدة لخروج بريطانيا من الاتحاد الأوروبي مناصبَ وزارية، حيث مِن المقرر أن يتولّوا العمل على مفاوضات الخروج.

يَعتقِد البعض في المجتمع العلمي البريطاني أنه يمكن تطبيق إعفاء لزملائهم من الاتحاد الأوروبي للاستمرار في السفر، والعمل بِحُرِّيَّة في المملكة المتحدة، ولكن هذا أمر مستبعَد، حيث إنّ المُرَوِّجين لحملة خروج بريطانيا من الاتحاد فازوا على أساس وَعْدهم بخفض الهجرة إلى المملكة المتحدة من مليون مهاجر كل 3 سنوات حاليًّا إلى عشرات الآلاف سنويًّا، ما يعني أنه على الجامعات والعلماء البريطانيين الاستعداد لمواجهة المزيد من الصعوبات في التحرك داخل أوروبا.

كان العلماء على صواب عندما حَذَّروا من خسارة المشارَكات مع الاتحاد الأوروبي، حتى إنّ نائب رئيس إحدى الجامعات للأبحاث قال إن أكبر خسارة ستكون في العلاقات، وليس الأموال، بيد أن هذا لن يؤثر كثيرًا في رأي الفريق المسؤول على مفاوضات الخروج من الاتحاد الأوروبي.

لقد كانت حُجَّة الخروج مبنية بالكامل على فكرة أن المملكة المتحدة مرتبطة بأوروبا أكثر مما ينبغي، ومن ثم يجب الحَدّ من الروابط التي تربطهما معًا. وجدير بالذكر أنه في جلسة البرلمان ـ التي عُقدت في التاسع عشر من يوليو الماضي ـ قال مايكل جوف ـ وهو أحد قادة الحملة المؤيِّدة لخروج بريطانيا ـ إنه على الجامعات البريطانية ألّا تخشى من الخروج من الاتحاد الأوروبي، لأنها لم تصبح من أفضل الجامعات في العالم، من خلال الانضمام إلى أيّ نظام بيروقراطي.

ولا شك أنه من الضروري أن يكون للعلم صوت في مفاوضات خروج بريطانيا، ويجب على المجتمع العلمي العمل من خلال أصوات باحثيه الذين يتقلدون بالفعل مناصب مهمة في الوزارات الحكومية المختلفة، القادرين على التواصل مع القيادة السياسية الجديدة. وإذا لم يفعلوا ذلك؛ فستحظى الأصوات المتطرفة من فئة مُنْكِري التغيرات المناخية، وغيرهم ممن يتمتعون بالشعبية لدى الكثير من المتشددين في حزب المحافظين، بقوة التأثير على الموقف.

على الرغم من **عدم وضوح** الرؤية، يجب أن يفترض العلماء أن **قرار خروج** بريطانيا من الاتحاد الأوروبي سيُنفَّذ.

وإضافة إلى ذلك.. يجب أن يتطور منهج الجمعية الملكية البريطانية. فعلى مدار العقدين الماضيين، كان منصب أمين العلاقات الخارجية بالجمعية الملكية مَنْصِبًا شديد الجاذبية، حيث كان يبدو من بعيد مثل منصب الحاكم في عصور الاستعمار، فأقصى عناء ممكن أن يتحمله مَن يتقلَّد هذا المنصب هو السفر حول العالم؛ لإلقاء خُطَب منمقة، بحيث يؤديها بشكل مناسب. أما الآن، فمَن يتقلَّد هذا المنصب يحتاج إلى أن يبذل المزيد من الجهد؛ كي يمثل مصالح المجتمع العلمي البريطاني، سواء في الوطن، أم في الخارج، كما أن عليه أن يكون مستعدًّا عند بدء مفاوضات الخروج من الاتحاد الأوروبي. ولنا مثال شديد الصلة فيما حدث مع منظمة "سيرن"، فعلى الرغم من المعارضة الرسمية، حضر مراقبون من الجمعية الملكية اجتماعات المجلس اللاحقة؛ مما ساعد على تيسير قبول انضمام الجانب البريطاني عندما تغير الوضع على المستوى الوطني.

وعلى الرغم من قلق الباحثين البريطانيين من خسارة تمويل الاتحاد الأوروبي، بما في ذلك المِنَح التي يقدمها برنامج تمويل الأبحاث "هورايزون 2020"، فعلى الأرجح سيوافق الوزراء على نوع من التعويض، قد يكون بمثابة صندوق عالمي يكون متاحًا للعلماء من جميع أنحاء العالم، يقدِّم مِنَحًا للتميُّز، وله شركاء دوليُّون منتشرون حول العالم. كما يمكن لجهات التمويل الخيري الكبرى، مثل "صندوق وِيلْكَم"، المشاركة في التمويل، كما سبق وأَسْهَم ببضعة مئات الملايين من الجنيهات في "صندوق البنية التحتية المشترك" في أواخر التسعينات، التي كانت فترة تقشُّف.

وعلى قدر أهمية القلق حيال خسارة التمويل وحرية التنقل، فإن قرار الخروج من الاتحاد الأوروبي يجب أن يبث مخاوف أكثر عمقًا وجوهرية في المجتمع العلمي؛ فلقد كشف الاستفتاء عن مخاوف وانقسامات في المجتمع البريطاني، ولا شك أن جزءًا كبيرًا من الطبقة السياسية قد استغل هذه المخاوف والانقسامات. ومن ثم، فعلى العلماء والجامعات والممولين بذل المزيد من الجهد؛ لفَهْم أسباب حدوث هذه الانقسامات، وفي الوقت نفسه المساعدة في المهمة العاجلة التي يحتاجها المجتمع، ألا وهي علاج هذه الانقسامات. ■

إحسان مسعود محرِّر لدى "ريسيرش فورتنايت" Research Fortnight، وله العديد من المؤلفات، أحدثها كتاب: The Great Invention: The Story of GDP and the Making and Unmaking of the Modern World
البريد الإلكتروني: ehsan.masood@researchresearch.com

أضـواء على الأبحـاث مقتطفات من الأدبيات العلميـة

صحة

ضَعْف نمو الأطفال يوطِّد الفقر

يؤدي النمو غير المكتمل للأطفال في الدول النامية إلى قصور في التعليم ، وخسائر اقتصادية كبيرة.

وباستخدام البيانات المنشورة حول النمو في مراحل الطفولة المبكرة، وفوائده الاقتصادية على التعليم في 137 دولة نامية، قام جونثر فينك ـ بكلية هارفارد تي إتش تشان للصحة العامة في بوسطن بولاية ماساتشوستس ـ وزملاؤه بحساب آثار تعثُّر نمو الأطفال المولودين في عام 2010. عانَى حوالي ثلث الأطفال ـ البالغ عددهم 123 مليون طفل تقريبًا ـ من تعثّر في النمو، ما أدَّى إلى فَقْد نصف سنة من التحصيل الدراسيّ لكلّ طفل، كما هو متوقع. وعلى المستوى العالمي، كان من المتوقّع أن يكلف تَعَثُّر النمو المبكر 176.8 مليار دولار أمريكي في المجمل من الدخل المفقود سنويًّا.

يرى الباحثون أن الهند ستكون المنتفع الأكبر من القضاء على مشكلة تعثّر نمو الأطفال حول العالم، بمكسب اقتصادي قد يبلغ 37.9 مليار دولار سنويًّا.

Am. J. Clin. Nutr. 104, 104–112 (2016)

ESO/L. CALÇADA/M. KORNMESSER

علم الكواكب

نجم ثلاثيّ يستضيف كوكبًا مستقرًّا

هناك كوكب خارج المجموعة الشمسية ـ في نظام غريب ثلاثيّ النجوم ـ يتناغم بشكل مدهش مع الشموس الثلاث الطافية في سمائه.

فقد قام كيفين واجنر ـ بجامعة أريزونا في تاكسون ـ وزملاؤه باستخدام التليسكوب العظيم الخاص بالمرصد الأوروبي الجنوبيّ في شيلي، لدراسة النظام النجمي HD 131399، الذي يقع على بُعْد 98 فرسخًا فلكيًّا من الأرض، في كوكبة قنطورس.

قليلةٌ هي تلك الكواكب الخارجية التي التُقِطَت لها صُوَرٌ مباشرة، إلا أن العلماء التقطوا مجموعة من الصور لكوكبٍ غازيّ عملاق، تبلغ كتلته حوالي أربع مرات كتلة كوكب المشترى، يدور حول النجم الأسطع من بين النجوم الثلاثة. وتشير نماذج المحاكاة إلى أنه يقع في مدارٍ واسع ومستقر، ولا يبدو أنه يتجه نحو الطرد خارج النظام النجميّ بفعل التفاعلات الجاذبية فيما بين النجوم.

***Science* http://doi.org/bk47 (2016)**

المواد

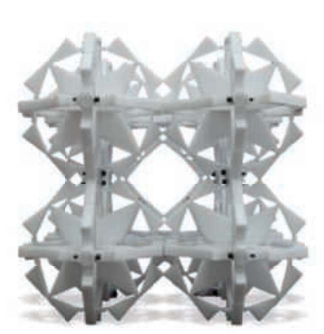
صناعة هياكل تغيِّر شكلها بسهولة بالغة

استُخدمت المواد التي تشمل نظام المفصلات التركيبي، لبناء هياكل تستطيع تغيير شكلها.

ومن الممكن ـ بالطرق الحالية ـ صناعة هياكل قابلة لإعادة التشكل، لها عدد محدود من الأشكال المستقرة. ولزيادة مرونة تلك الهياكل، وتعدد استخداماتها، قام لورينزو فالديفيت وزملاؤه ـ بجامعة كاليفورنيا في إيرفين ـ بإنشاء هيكل مثلث من مادة التفلون، يبلغ عرضه عدة سنتيمترات، وبه مفصلات تتيح له أن ينغلق، أو ينفتح. ومن خلال ربط هذه الوحدات الفرعية ببعضها البعض، قام الفريق ببناء هياكل ثلاثية الأبعاد بعدة مواضع ثابتة (**في الصورة**).

يقول الباحثون إنه يمكن استخدام النهج ذاته مع مجموعة واسعة من المواد؛ لصناعة أدوات لها أشكال ووظائف مختلفة.

***Adv. Mater.* http://doi.org/f3qmr2 (2016)**



B. HAGHPANAH *ET AL*./*ADV. MATER.*

علم الجينوم

الميتوكوندريا غير المتطابقة بالفئران

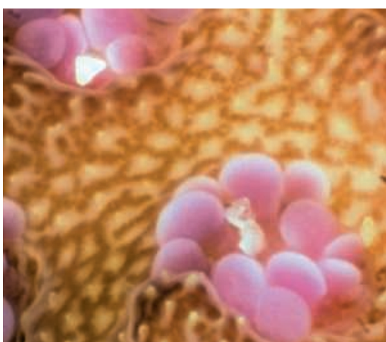
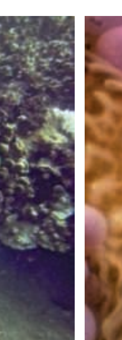
إنّ أجنة الفئران التي تحتوي على حمض نووي آتٍ من ثلاثة حيوانات مختلفة قد لا تتجاوز فترة الحمل. وتلك الفئران التي تتخطى هذه المرحلة قد تواجه مشكلات في الإنجاب؛ وذلك اكتشاف قد تكون له تأثيرات على علاج بشري مقترَح الآن.

تَحمِل العضيّات الخلوية المنتِجة للطاقة ـ الميتوكوندريا ـ حمضها النووي الخاص، الذي قد يؤدي تحوره إلى نشوء المرض. وحاليًّا، يجري تطوير علاج استبدال الميتوكوندريا؛ لمنع توريث مثل هذه الأمراض، وهو ينطوي على استبدال هذه العضيّات بأخرى من أشخاص آخرين؛ ما تنجم عنه أجنة، ينتمي حمضها النووي إلى ثلاثة أفراد.

وللبحث عن نقاط عدم التوافق المحتمَلة بين جينومات الميتوكوندريا، وجينومات النواة، قام فريق بحثي بقيادة شوكرات ميتاليبوف ـ من جامعة أوريجون للصحة والعلوم في بورتلاند ـ باستبدال الميتوكوندريا في البويضات المخصبة لأحد أنواع الفئران، ووَضْع مكانها أخرى من نوع آخر.

إنّ الأجنة التي تحتوي على حمض نووي من *Mus mus domesticus* وحمض نووي آخر خاص بالميتوكوندريا (mtDNA) من *Mus mus musculus* أنتجت ذرية إناث بصحة جيدة، إلى جانب ذكور بخصوبة ضعيفة. ومع ذلك.. فإن غالبية الأجنة التي تحتوي على حمض نووي من *M. m. musculus*، وmtDNA من *M. m. domesticus* إمّا أنها أُجْهِضَت، أو وُلدت ميتة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

L: EMILY L. A. KELLY/R: ANDREW MULLEN

وفي حال وصول علاج استبدال الميتوكوندريا إلى العيادات، يوصي الباحثون باختيار متبرِّعين لديهم mtDNA مماثل لدى المُتَلَقِّين.
***Cell Metab.* http://doi.org/bmn5 (2016)**

علم المحيطات

امتداد الجليد يتغيّر مع الرياح

يتباين معدّل ونمط التراجع الصيفيّ لجليد المحيط المتجمد الشمالي بشكلٍ ملحوظ من سنة إلى أخرى، مدفوعًين بعوامل جوية متعددة.

فقد قامت أماندا لينش ـ بجامعة براون في بروفيدنس في رود آيلاند ـ وفريقها بمقارنة الدورة الجوية، وتوجُّهات جليد المحيط المتجمد الشمالي بين عامي 1979، و2014. تزامنت فصول الصيف المعتدلة ذات الرياح الدافئة القادمة من كندا وألاسكا مع تراجع ملحوظ لجليد المحيط؛ أما خلال فصول الصيف الأبرد، فبدت الرياح الجنوبيّة الدافئة الآتية من سيبيريا تحفِّز تراكم جليد المحيط في بحر بيوفورت، والأرخبيل الكنديّ. وفي سنوات أخرى، جَدَّدَت الرياحُ الباردة الآتية من الشمال جليدَ المحيط الذائب على طول الحدود الجنوبيّة للمحيط المتجمد الشماليّ.

إنّ فَهْم استجابة جليد المحيط للأنماط الجويّة قد يساعد على الملاحة، واستكشاف القطب الشمالي الذي ترتفع درجة حرارته.
***J. Geophys. Res. Atmos.* http://doi.org/bksf (2016)**

علم المحيط

مجهر يرى ما تحت سطح البحر

هناك مجهر يعمل تحت الماء، يتيح للباحثين رصد سلوكيات المرجان والكائنات البحرية الأخرى في مواطنها الأصلية.

فقد قام أندرو مولن وزملاؤه ـ من معهد سكريبس لعلوم المحيطات في لاهويا بكاليفورنيا ـ بتصميم نظام (**في الصورة** إلى اليسار)، يمكن للغوّاصين استخدامه؛ لالتقاط صور ميكرومترية الدقة تقريبًا (يظهر مرجان من نوع *Stylophora* **في الصورة** إلى اليمين) عند أعماق تصل إلى 30 مترًا. ويتيح الجهاز لعلماء الأحياء البحرية مراقبة العمليات الحيوية في قاع البحر، التي لا يمكن إعادة إجرائها بسهولة في المختبر.

استخدم الباحثون الأداة الجديدة لدراسة سلائل مرجانية ملّيمترية الحجم قبالة ساحل ماوي في هاواي في عام 2015، وذلك أثناء الحدث الأول المسجّل لابيضاض مجموعات من المرجان في جُزُر هاواي الرئيسة. ووجدوا أن الطحالب استعمرت المرجان المبيض بأنماط معينة، كما اكتشفوا أن السلائل المرجانية بالقرب من إيلات في إسرائيل تتصل ببعضها البعض من خلال فتحاتها، وذلك ـ على الأرجح ـ لتبادل المواد الكيميائية.
***Nature Commun.* 7, 12093 (2016)**

الطب الشرعي النووي

إعادة تجربة نووية ترجع إلى عام 1945

عن طريق قياس تركيز النظائر المستقرة في حطام القنبلة النووية، استطاع الباحثون استنباط تفاصيل التجربة النووية التي أُجريت قبل 70 عامًا.

لقد تحاوَر العلماء كثيرًا حول كفاءة القنبلة الذرية الأولى "ترينيتي" Trinity، ونتاجها، وهي التي تم تفجيرها في عام 1945 في نيو مكسيكو. وقامت سوزان هانسون وزملاؤها ـ في مختبر لوس ألاموس الوطني في نيو مكسيكو ـ بتحليل حطام القنبلة، وقياس تغيّرات نِسَب النظائر، ومستويات الموليبدينوم، وهو مركّب مستقر، ينتج عن انحلال نظائر الزركونيوم ذات العمر القصير، التي تتشكل بعد التفجير النووي. قام الفريق بعد ذلك بحساب التركيز لنظائر الزركونيوم؛ وتوصّلوا إلى نتاج التفجير الأول، الذي ظهر متماشيًا مع النتاج المعلَن رسميًّا.

يقول الباحثون إن هذا النهج قد تظهر فائدته في الجهود المبذولة للتحقق من الطاقة النووية، وعدم انتشارها.
***Proc. Natl Acad. Sci. USA* http://doi.org/bmjk (2016)**

الأحياء التطورية

غذاء الأم يؤثر على جينات الأبناء

يؤدي سوء التغذية أثناء الحمل إلى إبطاء نمو الفئران الصغيرة، عن طريق تعديل تعبيرها الجينيّ.

فقد قامت ميشيل هولاند، وفاردمان راكيان ـ بجامعة الملكة ماري في لندن ـ وزملاؤهما بتغذية إناث الفئران بأغذية تحتوي على البروتين بنسبة 8%، أو 20%، خلال فترة الحمل، حتى الفطام؛ ثم قاموا بتحليل أنماط عملية المَثْيَلَة ـ التي بإمكانها التأثير على التعبير الجينيّ ـ في الحمض النووي لأنسال القوارض.

كانت أنسالُ الأمهات التي تَغَذَّت على القليل من البروتين أصغرَ ـ في المتوسط ـ بحوالي 25% وقت الفطام. وتَعَزَّز هذا الأثر أكثر بالتباين في النُّسَخ الجينية العديدة للريبوسومات لدى الحيوان التي هي آلات بناء البروتين في الخلية. ويَعتمِد مدى تعثر النمو على النسبة التي يملكها الفرد من مُغايرات جين معيّن.

يقول الباحثون إنّ دراسة آثار عملية المَثيَلة والعلامات الكيميائية الأخرى على الجينات الريبوسومية قد تُلقِي الضوء على بعض الأمراض التي تصيب البشر.
***Science* http://doi.org/bk5b (2016)**

التكنولوجيا النانوية

اللقاحات المُخَلَّقة تحارب العدوى

بإمكان اللقاحات المُغَلَّفة بالجسيمات النانويّة صَدّ المُمْرِضات المميتة في الحيوانات؛ ما قد يتيح استجابة سريعة للانتشارات الوبائية للأمراض.

إن اللقاحات المصنَّعة من الفيروسات الحية يمكنها استثارة استجابة مناعيةٍ طويلة الأمد، إلا أن أغلبها بطيء المفعول، وصعب التصنيع. وبدلًا من ذلك.. قام دانييل أندرسون ـ بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبردج ـ وزملاؤه بتصنيع لقاح مخلَّق بالكامل؛ بإحاطة الحمض النووي الريبي المستَدّ بجسيم نانويّ من البوليمر المُعَدَّل، يحمي الحمض النووي الريبي من الانحلال.

إن الحَقْن المنفرد لمثل هذه اللقاحات ضد فيروسات الإيبولا والإنفلونزا، وكذلك الطفيل *Toxoplasma gondii*، كان كافيًا لاستثارة استجابات مناعية في الفئران، ولحماية الحيوانات من جرعات المُمْرِضات التي قد تكون مميتة في أحوال أخرى.
***Proc. Natl Acad. Sci. USA* http://doi.org/bk45 (2016).**

علم البيئة السلوكي

النحل يحب حبوب اللقاح حلوة المذاق

يستطيع النحل تَذَوُّق حبوب اللقاح التي يجمعها، ويفضِّل الحبوب ذات المذاق الحلو.

فقد قامت فيليسيتي موث وزملاؤها بجامعة نيفادا في رينو بتقديم زهور اصطناعية لنحل من نوع *Bombus impatiens*، تحتوي على أحد ثلاثة أنواع من حبوب اللقاح: نوع حلو، وآخر مُرّ، وثالث ليس له نكهة. أمضى النحل الذي قُدِّمت إليه زهرة حلوة وقتًا أطول في جمع حبوب اللقاح عن النحل الذي قُدِّم إليه أي نوع من النوعين الآخرين. وعندما قُدِّمت للنحل زهرتان أخريان، واحدة منهما بلون الزهرة الأولى؛ آثَرَ عددٌ قليل من النحل تغيير اللون، إذا كانت الزهرة الأولى حلوة، أو ليس لها نكهة.

يقول الباحثون إن نباتات عديدة تعتمد على النحل في التلقيح واسع النطاق، ولذلك.. ربما طَوَّرت النباتات حبوب لقاح حلوة بما يكفي لجَعْل النحل يعود إلى جمع المزيد منها، لكنها ليست حلوة جدًّا لأنْ تقوم نحلة واحدة بأَخْذها كلها.
***Biol. Lett.* 12, 20160356 (2016)**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

التنكس العصبي

كيف تتخلص الخلايا المناعية من الأميلويد

هناك ثلاثة بروتينات رئيسة تسمح للخلايا المناعية الموجودة في المخ بأن تزيل نوعًا من البروتين، يُسَمَّى "أميلويد بيتا"، الذي يعد سمة مميزة لمرض ألزهايمر. تمتص الخلايا الدبقية الصغيرة المناعية عادةً بروتينات أميلويد بيتا، وتهضمها بعد ارتباط بروتينات دهنية بها تُسَمَّى APOE، وCLU.

قام لينو جونزاليس، ومورجان شينج ـ من شركة "جينينتيك" Genentech للأدوية في جنوب سان فرانسيسكو بكاليفورنيا ـ وزملاؤهما بالبحث عن تفاعلات بين البروتينات البشرية؛ ووجدوا أن هناك مستقبِلًا على الخلايا الدبقية الصغيرة ـ يُسَمَّى TREM2 ـ يرتبط ببروتينات APOE، وCLU. وكانت الخلايا الدبقية الصغيرة التي تفتقر إلى هذا المستقبل في الفئران أقل فعالية في امتصاص مركبات الأميلويد المرتبطة بالبروتين الدهني، وقامت بهضمها بشكل أبطأ من الخلايا الطبيعية. كما كانت الخلايا الدبقية الصغيرة المأخوذة من أشخاص يحملون طفرة في TREM2 أيضًا أقل قدرة على امتصاص هذه المركبات.

وقد تم ربط طفرات الجينات التي ترمِّز TREM2، وAPOE، وCLU بمرض ألزهايمر، وهكذا تُظْهِر النتائج كيفية ربط عوامل الخطر الجينية المختلفة تلك ببعضها البعض.

***Neuron* 91, 328–340 (2016)**



علم البيئة السلوكي

طائر يدلّ البشر على أماكن العسل

نوع من الطيور يستجيب إلى النداءات المميزة لصيادي العسل، ثم يقودهم نحو أعشاش النحل.

ينتفع مرشد العسل الأكبر (*Indicator indicator*؛ يظهر في الصورة مع صياد العسل) من الأمر، إذ يتغذى على شمع العسل الذي يتركه الصيادون بعد فتح أعشاش النحل عنوة للحصول على العسل. وجدت كلير سبوتيسوود ـ بجامعة كمبريدج في المملكة المتحدة ـ وزملاؤها أن 75% من الأعشاش التي يكتشفها صيادو العسل في محمية "نياسا" الوطنية بموزمبيق تم العثور عليها بمساعدة هذا الطائر. وبتشغيل تسجيلات للنداءات التي يطلقها شعب ياو أثناء البحث، تضاعفت فرص جذب الطائر المرشد للعسل لتصل إلى نحو 66%، مقارنة بتسجيلات أصوات بشرية أو حيوانية أخرى. وبشكل عام، ضاعف النداء فرص العثور على عش النحل ثلاثة أضعاف، حتى 54%.

يقول الباحثون إن القدرة على فهم النداءات البشرية والاستجابة لها لا تقتصر على الحيوانات المستأنسة فحسب.

***Science* 353, 387–389 (2016)**

دراسة المناخ القديم

تحليل الهواء القديم في بلورات الملح

يكشف الغاز المحتجَز في فقاعات قديمة عن أن الغلاف الجوي للأرض كان غنيًّا بالأكسجين، قبل الوقت الذي تنبأت به النماذج بحوالي 200 مليون سنة أخرى؛ أي قبل انتشار التنوع الحيواني بزمن بعيد.

إن الفقاعات الموجودة في بلورات الملح ـ ما يُسَمَّى بمادة "الهاليت" halite (**في الصورة**) ـ التي تشكلت منذ ملايين السنين يمكنها أن تدل على مواصفات المناخات القديمة. فقد قام نايجل بلامي ـ بجامعة بروك في سانت كاثرين في أونتاريو في كندا ـ وزملاؤه بدراسة جيوب من الهواء داخل بلورات ملح، يرجع عمرها إلى 815 مليون سنة، في جنوب غرب أستراليا. احتوى هذا الهواء على نسبة 11% تقريبًا من الأكسجين، وهو أكثر من المتوقَّع لتلك الفترة الزمنية.

يرى الباحثون أن مستويات الأكسجين المرتفعة هي ما قاد التطور الحيواني، وليس العكس.

***Geology* http://doi.org/bmt3 (2016)**



بصريات

عيون البشر ترى الفوتونات الفردية

بإمكان البشر رؤية ومضات ضعيفة من الضوء قد تصل إلى فوتون واحد.

طلب علي باشا فازيري ـ بجامعة روكفلر في مدينة نيويورك ـ وزملاؤه من ثلاثة متطوعين التحديق في نظام بصري في الظلام، والاستماع إلى صوتين؛ أحدهما كان مصحوبًا في بعض الأحيان بانبعاث فوتون وحيد. في أكثر من 30 ألف تجربة، تعرَّف المشاركون بشكل صحيح على الفوتون بأفضل مما كان متوقَّعًا لو كانوا قاموا بتخمين عشوائي.

في المرحلة التالية، يعتزم الفريق اختبار مدى استجابة العين البشرية لفوتونات في مختلف الحالات الكمية.

***Nature Commun*. 7, 12172 (2016)**

الطاقة

احتجاز الكربون ينتج الكهرباء

هناك بطارية طُورت من مواد متاحة على نطاق واسع تنتج الكهرباء عن طريق التقاط ثاني أكسيد الكربون من خليط من الغازات.

فقد قام وجدي السادات، وليندن آرتشر ـ من جامعة كورنيل في إيثاكا بنيويورك ـ بتصميم خلية كهروكيميائية بالاعتماد على مادة الألومنيوم. عند القطب السالب في الخلية، يختزل الأكسجين لينتج أكسيد فائق يرتبط بعد ذلك بثاني أكسيد الكربون، ويتحد مع الألومنيوم من القطب الموجب لیشکل أوكسالات الألومنيوم.

يقدِّر الباحثون أنه لكل كيلوجرام من الألومنيوم يمكن التقاط أكثر من 9 كيلوجرامات من ثاني أكسيد

الكربون من غاز المداخن، وتحويله لتوليد 3.6 كيلو وات في الساعة من الكهرباء، ما يقدم استراتيجية يمكنها الحدّ من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون أثناء إنتاج الطاقة.

***Sci. Adv.* 2, e1600968 (2016)**

فسيولوجيا التمارين الرياضية

الكيتونات تغيِّر عمليات الأيض

يمكن تعزيز قدرة التحمُّل البدني في الرياضيين عن طريق شُرْبِهم "الكيتونات"، التي هي بمثابة وقود كيميائي حيوي، يُنْتَج عادة أثناء الجوع.

إن الصيام وممارسة التمارين الرياضية لفترات طويلة يدفعان خلايا الكبد إلى إنتاج أجسام كيتونية، تعمل كوقود سريع المفعول؛ لمساعدة الأنسجة على مواجهة نقص الطاقة. ولاختبار تأثير هذه الجزيئات على عمليات الأيض أثناء لعب الرياضة، قام بيت كوكس ـ بجامعة أكسفورد في المملكة المتحدة ـ وزملاؤه بإعطاء ممارسي رياضات التحمُّل البدني شرابًا يحتوي على الكيتونات. ووجدوا أنه بعد فترة طويلة من ركوبهم الدراجات، تغيرت عمليات الأيض لديهم؛ فأصبحت أبدانهم تخزِّن الجلوكوز، وتحرق دهون أكثر من أبدان مَنْ لم يتلقون الكيتونات. وفي خلال الـ30 دقيقة الأولى التجريبية التالية لركوبهم الدراجات لمدة ساعة كاملة، قطع الرياضيون الذين تناولوا الكيتونات والكربوهيدرات مسافة أكثر من 400 متر إضافية ـ في المتوسط ـ عن أولئك الذين تناولوا الكربوهيدرات فقط.

***Cell Metab.* http://doi.org/bm8z (2016)**

علم الأعصاب

ذبابة الفاكهة تهتم بملمس الطعام

يفضِّل ذبابُ الفاكهة طعامًا ذا ملمس معين، بسبب اتصال خلايا عصبية معينة في الدماغ بأجهزة استشعار التذوُّق في اللسان.

فقد قامت يالي تشانج، وكريج مونتيل ـ بجامعة كاليفورنيا في سانتا باربرا ـ وزملاؤهما بإعطاء ذباب الفاكهة (*Drosophila melanogaster*) محاليل سائلة متفاوتة اللزوجة، وأطعمة صلبة متفاوتة الصلابة؛ فَفَضَّلَ الذباب الطعام ذا اللزوجة الأقل والصلابة المتوسطة. ومن ثم، حَدَّد الباحثون نوعًا من الخلايا العصبية، يُدعى md-L؛ استجاب للتحفيز الميكانيكي للشعيرات الحسية الموجودة على اللسان. وعندما قاموا بتحفيز هذه الخلايا العصبية؛ تَغَيَّر السلوك الغذائي للذباب، بناءً على قوة المحفِّز.

كما حدد الباحثون نوعًا من البروتين، يُسمى TMC، يوجد في أغشية الخلايا العصبية، وله دور مهم في استشعار الملمس. وتعبِّر الثدييات وحيوانات أخرى أيضًا عن هذا البروتين، مما يشير إلى أنها ربما تمتلك هي الأخرى أجهزة استشعار عصبية تستشعر ملمس الطعام.

***Neuron* http://doi.org/bm8x (2016)**

تطور

السفر البعيد يحفِّز استخدام الأدوات

يزيد احتمال استخدام الأدوات من قِبَل قردة الشمبانزي التي تسافر إلى مسافات أبعد ـ بحثًا عن الطعام ـ من نظرائها الأقل تنقُّلًا.

فقد قام تيبو جروبر وزملاؤه ـ في جامعة نوشاتيل في سويسرا ـ بدراسة الشمبانزي البري (*Pan troglodytes schweinfurthii*؛ **في الصورة**) في أوغندا، باستخدام خلاصة ست سنوات من البيانات التجريبية، وسبع سنوات من الملاحظات. قام الباحثون بحفر ثقوب صغيرة في جذوع الشجر، وملئها بالعسل، الذي يمكن لقردة الشمبانزي الوصول إليه فقط باستخدام أداة كأداة الورق الإسفنجي (**في الصورة**). وقد ظهر أن تلك القردة كانت أكثر ميلًا لاستخدام أدوات للحصول على العسل، بعد سفرها مسافات أبعد؛ بحثًا عن الطعام، مقارنةً بالقردة التي سافرت مسافات أقصر. كما كشفت البيانات المنشورة حول قردة الشمبانزي البرية أن المجموعات التي تسافر أكثر تستخدم مجموعة أكبر من الأدوات للحصول على الطعام.

يقول الباحثون إن عبور مسافات طويلة ربما ساعد على دفع عملية تطوير التقنيات البشرية الأولية.

***eLife* http://doi.org/bm6c (2016)**



CAT HOBAITER

علم المناعة

ميكروبات الأمعاء تحفِّز الأجسام المضادة

تُطلِق بكتيريا الأمعاء منتجات أيضية ثانوية، تدعم الخلايا المناعية المنتِجة للأجسام المضادة. فأثناء هضم الألياف الغذائية، تنتِج ميكروباتُ الأمعاء أحماضًا دهنية قصيرة السلسلة. ومن ثم، قام تشانج كيم وزملاؤه ـ في جامعة بوردو في مدينة لافاييت الغربية بولاية إنديانا ـ بمعالجة الخلايا البائية المستنبَتة بأحماض دهنية؛ ما حَفَّزَ التعبير عن الجينات التي تساعد الخلايا على أن تتحول إلى مصانع منتِجة للأجسام المضادة، تُعرف باسم "الخلايا البائية البلازميّة". كما زادت المعالجةُ من معدَّل عمليات الأيض في الخلايا، مما أسهَم في دعم عملية إنتاج الأجسام المضادة المستهلِكة للطاقة.

كانت الفئران التي تتغذى على نظام غذائي منخفض الألياف أكثر عرضةً من غيرها من الحيوانات للإصابة بالمُمْرِض *Citrobacter rodentium*، وكانت الاستجابات المناعية بها أضعف، لكنْ إثر معالجتها بأحماض دهنية قصيرة السلسلة، أو ألياف غذائية؛ زاد إنتاج الأجسام المضادة لديها، وتمت معالجة نقص المناعة الذي كانت تعاني منه.

***Cell Host Microbe* http://doi.org/bm82 (2016)**

علم البيئة

المبيدات الحشرية تضر ذكور النحل أيضًا

هناك فئة من المبيدات الحشرية مرتبطةٌ بانخفاض أعداد النحل، حيث إنها تُحْدِث ضررًا في القدرة الإنجابية لدى ذكور نحل العسل، وليس في الملكات فقط، كما تُظْهِر أبحاث أخرى.

يحظر الاتحاد الأوروبي حاليًّا استخدام مبيدات نيونيكوتينويد، بسبب تأثيرها على النحل. فقد قام لارس ستروب ـ من جامعة برن ـ وفريقه بتعريض مستعمرات نحل العسل (*Apis mellifera*) في حقل ما لِمُبِيدَين من مبيدات نيونيكوتينويد، يُوجَدان عادةً في الحقول الزراعية؛ فوجدوا أن تلك المواد الكيميائية تسببت في خفض عدد الحيوانات المنوية الحية في الذكور بنسبة 39%، وخفض طول عمر الحشرات.

يقول الباحثون إنّ من شأن ذلك أن يؤثِّر سلبًا على سلامة مستعمرة نحل العسل، وعلى بقاء الملكة وصحتها.

***Proc. R. Soc. B* 283, 20160506 (2016)**

علم الكواكب

اكتشاف 104 كواكب جديدة

رصد فلكيون 104 كواكب جديدة في درب التبانة، بواسطة تليسكوب "كبلر" Kepler الفضائي التابع لوكالة "ناسا".

تعطل جزء من التليسكوب في عام 2013، لكن تَمَكَّن المهندسون من إصلاحه وإرساله في مهمة جديدة باسم K2. ويُعَدّ الاكتشاف الأخير، الذي قام به إيان كروسفيلد من جامعة أريزونا في توكسون وفريق دولي معه، هو أكبر اكتشاف للبعثة الجديدة حتى الآن. وأعلن الفريق عن احتمال وجود كواكب عديدة. وباستخدام عمليات رصد إضافية من تليسكوبات أرضية، أكّدوا اكتشاف أكثر من 100 كوكب خارجي. كما وجدوا أن غالبية الكواكب أصغر حجمًا من كوكب نبتون، ومن المرجح أن غلافها الجوي ضبابي، ولها نوى صخرية. ويبلغ نصف قطر 40 كوكبًا تقريبًا من تلك الكواكب حوالي قُطْر الكرة الأرضية، أو أقل بعض الشيء، ويدور 4 منها حول القزم الأحمر نفسه.

قد تقترب مستويات الإشعاع في اثنين من الكواكب التي تدور حول القزم الأحمر من مستوياته في كوكب الأرض، مما يجعل الحياة ممكنة على هذين الكوكبين، وفقًا لما ذكره الباحثون.

***Astrophys. J. Suppl. Ser.* (in the press); preprint at http://arxiv.org/abs/1607.05263 (2016)**

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك متابعة التحديث الأسبوعي للأبحاث من خلال التسجيل على:
go.nature.com/hntmqc

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ثلاثون يومًا موجز الأخبار



KARIM SAHIB/AFP/GETTY

طائرة شمسية تنفِّذ رحلة تاريخية

في السادس والعشرين من يوليو، تمت بنجاح أول رحلة طيران حول العالم، بدون استخدام الوقود الأحفوري، وإنما بالطاقة الشمسية، وهبطت الطائرة "سولار إمبلس 2" في مدينة "أبو ظبي". قَطَع الطياران بيرتراند بيكارد، وأندريه بورشبيرج مسافة 40 ألف كيلومتر، مجزأة على سبع عشرة رحلة طيران، استغرقت ستة عشر شهرًا. حقق بورشبيرج واحدًا من الأرقام القياسية خلال تلك الرحلة، حين قاد الطائرة منفردًا لمدة مائة وثماني عشرة ساعة بين ناجويا اليابانية وهاواي الأمريكية. أقلعت "سولار إمبلس" في رحلتها الأخيرة من القاهرة في الرابع والعشرين من يوليو، وعبرت أجواء مضطربة فوق الصحراء السعودية، قبل أن تهبط بقيادة بيكارد. يُذكر أن الطائرة بها 17 ألف خلية شمسية، وطول جناحها يبلغ 72 مترًا.

أحداث

وداعًا "فيلة"

في السابع والعشرين من يوليو الماضي، أغلقت وكالة الفضاء الأوروبية اتصالاتها الراديوية بالمسبار الفضائي "فيلة"، الذي اشتهر بتنفيذ الهبوط التاريخي على مُذَنَّب في نوفمبر 2014. كانت لفيلة مسيرة واعد، ولكنه افتقر إلى الحظ. فبعد الهبوط على المُذَنَّب "تشوريوموف-جيراسيمنكو/67 بي"، فشل في التشبث بسطح المُذَنَّب، وقفز إلى منطقة مظلَّلة، لم يتمكن فيها من شحن ألواحه الشمسية. أجرى المسبار تجارب في مدة مقدارها 64 ساعة فقط، قبل أن تنفد بطارياته. أرسل المسبار مرة أخرى إشارات لفترة وجيزة في شهري يونيو ويوليو الماضيين من عام 2015، ولكن بحلول فبراير 2016 صرَّحت وكالة الفضاء الأوروبية بأن احتمالات استقبال إشارات أخرى منه "تقترب من الصفر". ويستعد القمر الصناعي "روزيتا" ـ الذي كان يحمل "فيلة" ـ لإنهاء مهمته هو الآخر، حيث سينفِّذ عملية هبوط تنتهي بتحطُّمه على سطح المُذَنَّب "67 بي" في الثلاثين من سبتمبر الجاري. ويأمل العلماء أن يتمكن القمر الصناعي من جَمْع قدر وفير من البيانات عن المُذَنَّب أثناء اقترابه منه.

مراجعات تقييمية

نادَى تقريرٌ تم إعداده بتكليف من الحكومة البريطانية، حول "إطار التميز البحثي" REF ـ وهو نظام تقييم مرحلي؛ لضمان جودة المشروعات البحثية بجامعات المملكة المتحدة ـ بإجراء تعديلات على النظام؛ في محاولة لخفض التكاليف، ومنع "التلاعب". يُستخدم إطار التميز البحثي ـ الذي يُجرى كل 5 إلى 7 سنوات ـ في التوزيع السنوي للتمويل البحثي، البالغ حوالي ملياري جنيه إسترليني (2.6 مليار دولار أمريكي). قَدَّمَ التقرير اقتراحات، منها ضرورة عدم احتساب الأوراق البحثية المقدَّمة من الجامعات، إذا ما كتبها أيُّ باحث من باحثيها قبل التحاقه بها، وضرورة إلزام المؤسسات بإخضاع كل باحثيها لعملية التقييم، وعدم الاكتفاء بعدد منهم. ستنظر الحكومة في التوصيات الواردة بالتقرير ـ الصادر في الثامن والعشرين من يوليو الماضي ـ بإشراف من الخبير الاقتصادي نيكولاس ستيرن، قبل أن تُصْدِر ردًّا رسميًّا. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/2ardiyc

أبحاث

أَشَدّ السنوات حرارة

إن العام الحالي في طريقه للتفوق على عام 2015 في كونه أكثر الأعوام حرارةً منذ بدء الرصد المنظم لدرجات الحرارة. وأعلنت المنظمة العالمية للأرصاد الجوية ـ في الواحد والعشرين من يوليو ـ أن أول ستة أشهر من السنة زادت درجة حرارتها عن النصف الأول من عام 2015 بمقدار 0.2 درجة مئوية. ووفقًا للبيانات التي توصَّلت إليها كل من وكالة "ناسا"، والإدارة الوطنية الأمريكية للمحيطات والغلاف الجوي، ومكتب الأرصاد الجوية بالمملكة المتحدة، شهد متوسط درجة الحرارة العالمية زيادة بمقدار 1.3 درجة مئوية عن مستويات فترة ما قبل الثورة الصناعية، وارتفاعًا بمقدار 1.05 درجة عن متوسط درجة حرارة القرن العشرين. وقد أسهمت ظاهرة إلنينيو الاحترارية في عامي 2015 و2016 في المحيط الهادئ ـ مدفوعة بزيادة في تركيز الغازات الدفيئة بالغلاف الجوي ـ في تلك الزيادة القياسية في درجات الحرارة.

تعاوُن أوروبي

نَشَر رؤساء جامعات من مختلف أنحاء أوروبا بيانًا مشتركًا في الثاني والعشرين من يوليو، نادوا فيه بضرورة استمرار التعاون على مستوى القارة، وذلك على خلفية تصويت المملكة المتحدة في يونيو للخروج من الاتحاد الأوروبي. ينادي البيان ـ الذي وَقَّع عليه ممثلون عن مجالس أربع وعشرين جامعة محلية ودولية ـ بتبادل الأفكار والأشخاص، وتبادل البنية التحتية، والبيانات، والخبرات، ليرسم بذلك جانبًا من جوانب الاستمرارية في العلاقة الجديدة بين المملكة المتحدة، وباقي أوروبا.

نوع جديد من الحيتان

تعرَّف العلماء على نوع جديد من الحيتان، تميِّزه سمات وراثية واضحة الاختلاف، عقب إخضاع 178 حوتًا منقاريًّا لتحليل الحمض النووي DNA. يندرج النوع تحت جنس "الحوت المنقاريّ العملاق" *Berardius*، ويوجد في بحري أوخوتسك، وبيرنج، شمالي المحيط الهادئ، وكان في السابق

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

يتم اعتباره صورة قزمة من حوت بارد المنقاري *B. bairdii*. أما خبراء الحيتان اليابانيون، فكانوا يميِّزون منذ فترة بعيدة بين نوعين من الحيتان؛ الحوت الشائع ذي اللون الرمادي المائل إلى الزرقة، والنوع "الأسود" المكتشَف حديثًا، الذي أسموه "كاراسو" karasu؛ أي "الغراب" باليابانية. وقد نُشر الاكتشاف في السادس والعشرين من يوليو الماضي (P. A. Morin *et al*. *Mar. Mamm.* *Sci*. http://doi.org/bm7b; 2016).

سياسات

انبعاثات الطائرات

مَهَّدَت وكالة حماية البيئة الأمريكية "EPA" الطريق نحو تطبيق قوانين جديدة في الخامس والعشرين من يوليو، وذلك بتصريحها بأن انبعاثات الغازات الدفيئة من الطائرات تهدِّد الصحة العامة والبيئة. توصلت الوكالة إلى تلك الحقيقة بعد مرور خمسة أشهر من طرح منظمة الطيران المدني ـ التابعة للأمم المتحدة ـ ""ICAO المعايير الأولى الخاصة بالغازات الدفيئة المنبعثة من الطائرات. انتقد نشطاء البيئة ضَعْف مقترح المنظمة، ومارسوا ضغوطًا على وكالة حماية البيئة الأمريكية؛ لاقتراح قوانين أشد. وقالت الوكالة من ناحيتها إنّ معاييرها ستكون ـ على الأقل ـ على القدر ذاته من صرامة المعايير التي اقترحتها منظمة الطيران المدني.

علم الفلك الشامل

أيَّدت الجمعية الفلكية الأمريكية ـ في الثامن والعشرين من يوليو الماضي ـ بيانًا يهدف إلى تحسين خبرات المجموعات غير الممثَّلة بشكل كافٍ في مجال الفضاء، منها النساء، والأقليات الإثنية والعرقية، والمعاقون، وذوو بعض الهُويات الجنسية. واقترح البيان إجراء بعض التغييرات، منها القضاء على ممارسات التوظيف المتسمة بالتفرقة والتمييز، وضمان إتاحة المعاهد والمنشآت والبيانات الفلكية للجميع. كان من بين العوامل التي شجعت على إصدار التوصيات.. نقاشات حول الممارسات غير العادلة في مجال العلوم، دارت أثناء اجتماع علم الفلك الشامل، الذي انعقد في ناشفيل بولاية تينيسي في يونيو 2015.

منشآت

معهد أفريقي

أعلن كل من صندوق "وِيلْكَم تراست"، ومعهد هوارد هيوز الطبي "HHMI" ـ في الثامن عشر من يوليو الماضي ـ عن دمج معهديهما للأبحاث الطبية في جنوب أفريقيا، حيث سينضم معهد "كوازولو ناتال لأبحاث الدرن وفيروس العوز المناعي البشري" K-RITH في دوربان ـ المدعوم من معهد هوارد هيوز الطبي ـ إلى مركز أفريقيا لصحة السكان في ماتوباتوبا، الذي يدعمه صندوق "ويلْكَم"، لِيُكَوِّنا معًا "معهد أفريقيا لأبحاث الصحة". سيستغل المعهد الجديد إمكانات مَعامل معهد كوازولو ناتال مع ما يمتلكه مركز أفريقيا من بيانات صحية سكانية تفصيلية وموسعة، مدعومًا بمنحة قدرها 83 مليون دولار أمريكي من كلا المموليَن؛ لمكافحة وبائَي فيروس العوز المناعي البشري والدرن.



شخصيات

تبرئة عالِمة

بَرَّأ قاضٍ في مدينة فيرونا الإيطالية عالمة الفيروسات إيلاريا كابوا من جميع التهم المنسوبة إليها، بخصوص محاولة تخليق وباء إنفلونزا الطيور، والتربُّح منه. كما أسقط عنها القاضي في هذا الحكم ـ الصادر في الخامس من يوليو الماضي ـ تُهَمًا أخَفّ مرتبطة بالقضية، وذلك لانقضاء المدة اللازمة للتقاضي، بعد أن ظلت الاتهامات قيد التحقيق لما يزيد على عشر سنوات. وجدير بالذكر أن كابوا (**في الصورة**) هي واحدة من ستة عشر متهمًا في هذه القضية المعقدة، وسبق أن شغلت منصب مدير الأبحاث في "معهد الوقاية من أمراض الحيوان، في ليجنارو، وتشغل منذ يونيو الماضي منصب مدير "مركز التميز"، التابع لمبادرة أبحاث الصحة الواحدة (One Health) بجامعة فلوريدا، بسبب الصعوبات التي واجهتها في عملها بالمجال العلمي في إيطاليا.

أعمال

شركة دوائية جديدة

أعلنت عملاقة الدواء "جلاكسو سميث كلاين" GSK ـ الواقعة في لندن ـ في الأول من أغسطس الماضي، عن أنها بصدد الدخول في مشاركة مع شركة "فيريلي" Verily ـ الواقعة في سان فرانسيسكو بولاية كاليفورنيا ـ ذراع شركة "جوجل" المتخصصة في علوم الحياة؛ لتطوير علاجات قائمة على الإلكترونيات. ستشارك الشركتان بمبلغ يصل إلى 540 مليون جنيه إسترليني (713 مليون دولار أمريكي) على مدار سبعة أعوام؛ لإنشاء الشركة الجديدة "جالفاني بيو إلكترونيكس" Galvani Bioelectronics ، التي سيكون مقرها في المملكة المتحدة. ستطور جالفاني زرعات مصغرة، يمكنها أن تغيِّر الإشارات العصبية الكهربائية بالجسم، بغرض علاج الأمراض الالتهابية، والأيضية، والهرمونية.

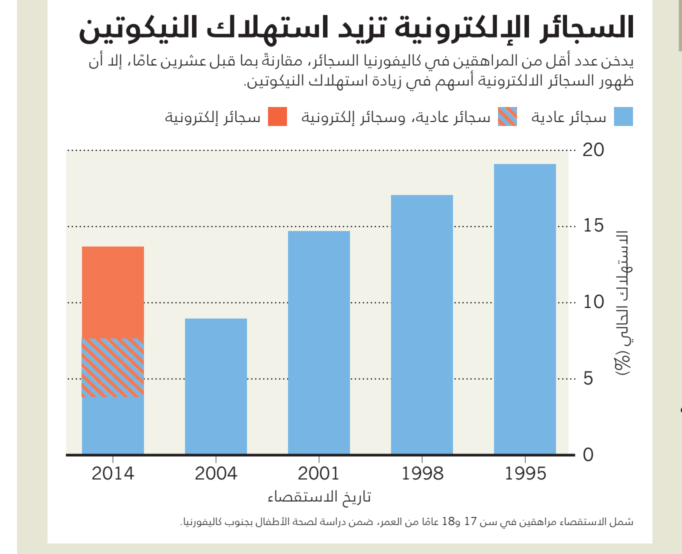
جهاز "ثيرانوس"

كشفت إليزابيث هولمز ـ المديرة التنفيذية لشركة التقنية الحيوية المحاصَرة "ثيرانوس" Theranos ـ عن تطوير جهاز جديد لتحاليل الدم، وذلك أثناء اجتماع للجمعية الأمريكية للكيمياء الإكلينيكية في فيلاديلفيا ببنسلفانيا في الأول من أغسطس الماضي. وقد برزت "ثيرانوس" على الساحة، بعد إعلانها عن تقنية جديدة قادرة على القيام بمجموعة كبيرة من التحاليل التشخيصية المتنوعة، باستخدام بضع قطرات من الدم، إلا أن مزاعمها واجهت حملات من التشكيك والتدقيق الحكومي. وفي شهر يوليو الماضي، فرض المنظمون بالولايات المتحدة حظرًا على هولمز، يمنعها من إدارة أي مختبَر لمدة عامين. تقول شركة ثيرانوس ـ الواقعة في بالو ألتو بولاية كاليفورنيا ـ إنّ جهازها الجديد ـ الشبيه بمختبَر مصغر ـ يستطيع أن يُجْري مجموعة متنوعة من التحاليل على قطرة دم مأخوذة من وخزة إصبع، ولكنْ إلى الآن لم تقم جهة مستقلة بالتثبت من إمكانيات الجهاز.

ARABICEDITION.NATURE.COM
يمكنك متابعة التحديث الأسبوعي للأخبار من خلال التسجيل على:
go.nature.com/hntmqc

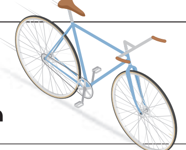
مراقبة الاتجاهات

اعتقَد الكثيرون أن السجائر الإلكترونية حلت محل السجائر العادية بين المدخنين، إلا أن تحليلًا شمل 5,490 طالبًا من طلبة المدارس في كاليفورنيا أظهر حدوث تزايد في أعداد غير المدخنين الذين اتجهوا إلى السجائر الإلكترونية؛ مما يشير إلى زيادة استهلاك النيكوتين بين المراهقين (J. Barrington-Trimis *et al*. *Pediatrics* http://doi.org/bmnv; 2016). وأظهرت الدراسة ـ المنشورة في الحادي عشر من يوليو الماضي ـ أنه في عام 2004 كان 9% من المراهقين بين السابعة عشرة والثامنة عشرة من العمر يدخنون السجائر التقليدية، وبحلول عام 2014 وصلت النسبة إلى 14% بين مدخِّني السجائر التقليدية، ومدخِّني السجائر الإلكترونية.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أخبــار في دائرة الضوء





إبحار سفينة فلبينية وزورق خفر سواحل صيني بجوار بعضهما البعض في بحر الصين الجنوبي.

ERIK DE CASTRO/REUTERS

الحفاظ البيئي

مخاوف بيئية في بحر الصين الجنوبي

قرار محكمة يزيد من حدة التوتر في تلك المنطقة الحساسة بيئيًّا، وإنْ كان من شأنه دَفْع الدول للتعاون.

ديفيد سيرانوسكي

أصدرت محكمة دولية حُكْمًا ضد مطالبات الصين الإقليمية في بحر الصين الجنوبي، وسط مخاوف اعترت علماء البيئة الذين حَذَّروا من أن القرار الذي تعهَّدت الصين بتجاهله قد يُصَعِّد من حدة التوتر بين الصين وجيرانها؛ ما قد يؤدي إلى زيادة التنافس على السَّمَك، ويستتبع انهيارًا في مخزون الثروة السمكية.

وفي معرض حديثه عن الأزمة، قال جون مكمانوس، عالِم البيئة البحرية في جامعة ميامي بولاية فلوريدا: "تبدو الكارثة أقرب بكثير من ذي قبل، وقرار لاهاي زاد الموقف اشتعالًا".

وأشار مكمانوس وآخرون أيضًا إلى أن الحُكْم الصادر عن محكمة التحكيم الدائمة في لاهاي قد يدفع الصين إلى زيادة التعاون مع خصومها في المنطقة بشأن القضايا العلمية والبيئية.

كانت الفلبين قد رَفَعَت القضية في عام 2013، بعد احتلال الصين لشِعَاب تُسمَّى «سكاربورو شول»، يزعم كل من البلدين أحقيَّته في امتلاكها. وفي يوم 12 يوليو الماضي، أيّدت المحكمة مزاعم الفلبين بأن الصين مَنَعَت بشكل غير قانوني صيّاديها من الوصول إلى المنطقة. كما انتقدت المحكمة مَطالِب الصين الإقليمية الواسعة داخل «خط النقاط التسع» الذي يحيط بمعظم بحر الصين الجنوبي (انظر: «المياه المتنازَع عليها»).

وتحتج الصين بأن بعض التركيبات الجيولوجية في البحر، هي جُزُر تنتمي إلى أراضيها السيادية، وبأن المياه التي تحيط بها تقع داخل «منطقتها الاقتصادية الخالصة»، لكن المحكمة وجدت أن التركيبات مجرد صخور، أو "تضاريس تظهر في مناطق المَدّ المنخفض".

وقالت المحكمة أيضًا إن الصين قد انتهكت اتفاقية الأمم المتحدة لقانون البحار، ببنائها لجُزُر اصطناعية أَتْلَفَت الشعاب المرجانية، وبعدم منع صياديها من اصطياد الأنواع المحمية.

ويُعَدّ الحُكْم ملزِمًا من الناحية القانونية، لكن يبدو أن الصين ـ التي ترى لبحر الصين الجنوبي أهمية استراتيجية متزايدة ـ ستتجاهل الحكم على الأرجح، إذ ذكر بيان صادر عن وزارة الخارجية أن "الصين لن تقبل بقرار المحكمة، ولن تعترف به". وتحتوي المنطقة على أكثر من مليار طن من النفط، كما أنها تمثل حلقة وصل مهمة بين المحيطين الهادئ والهندي. يقول تيم جونستون، مدير برنامج آسيا بمجموعة الأزمات الدولية، ومقرها بروكسل: «لن يجبر أحد الصين على ترك تلك الجُزُر، إذا كانت لا تريد ذلك». وبعد أيام من صدور الحكم، طَوّقت الصين مساحة شاسعة من المنطقة؛ لإجراء تدريبات عسكرية.

يمكننا القول إن التصعيد العسكري وارد؛ فعلى سبيل المثال.. وجدت المحكمة أن «حيد ميستشيف المرجاني» يقع ضمن المنطقة الاقتصادية الخالصة للفلبين، ولكن الصين بَنَتْ قاعدة عسكرية هناك، ومنذ صدور الحكم، هبطت فيها طائرة تابعة لها.

سيراقب علماء البيئة بحذرٍ الارتفاع الكبير المتوقَّع في نشاط الصيد بالمنطقة، وخاصة في منطقة سكاربورو شول. جدير بالذكر أن كثافة السَّمَك ومعدلات الصيد قد تراجعت في بحر الصين الجنوبي في العقود الماضية. وتشير أبحاث مكمانوس إلى أن الشعاب المرجانية تقع وسط منطقة حيوية تسهم في سد النقص في أرصدة الصيد الساحلي. ويخشى مكمانوس أن يؤدي الحكم ـ الذي يرى أن للصين والفلبين حقوق صيد مشتركة في المنطقة ـ إلى زيادة أنشطة الصيد التي يجريها البَلَدان، ويقول: "سيسعى كل طرف للوصول إلى هناك قبل الآخَر. وعندما تكون لدينا أزمة قائمة وكارثة مرتقَبة في مصائد السَّمك، يجب ألّا نعمد إلى واحد من أهم مصائد السَّمك وندمِّره". ويرى مكمانوس أن من شأن هذا الاندفاع التأثير على مئات الأنواع، وخَفْض أعداد بعضها بشكل دائم، بما في ذلك سلاحف البحر، وسمك القرش، والمحار الملزمي العملاق.

ثمة مشكلة أخرى تؤرق المهتمِّين بالحفاظ البيئي، تتمثل في الدمار الذي لحق بالشعاب المرجانية. يقدِّر مكمانوس أن 162 كيلومترًا مربعًا من الشعاب المرجانية قد دُمِّرت كلها تقريبًا على أيدي الصينيين في العقود القليلة الماضية. وتشير حساباته ـ التي قَدَّمها في مؤتمر بحر الصين الجنوبي في 12 يوليو ـ إلى أن الزوارق الصينية التي طاردت المحار الملزمي العملاق المهدَّد بالانقراض تقف وراء تدمير 104 كيلومترات مربعة، إضافة إلى 55 كيلومترًا مربعًا دُمرت ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



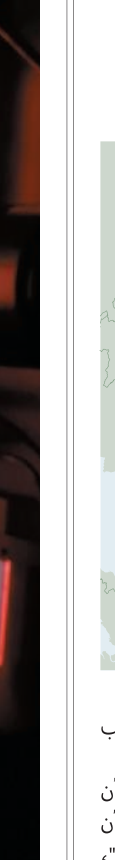
◄ نتيجة لبناء الجُزُر الاصطناعية بعد تجريف الرواسب من قاع المحيط، وإلقائها على الشعاب المرجانية.

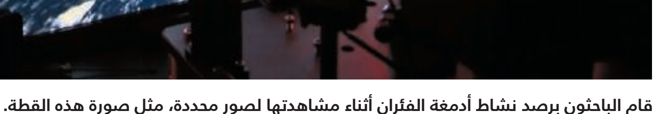
يشير بيان صادر عن وزارة الخارجية الصينية، إلى أن بناء الجُزُر تمّ "بناءً على دراسات وافية وأدلة علمية"، وأن "التأثير على النظام البيئي للشعاب المرجانية محدود"، لكن العلماء طالبوا ـ منذ فترة طويلة ـ بضرورة التوقف عن بناء الجُزُر. يقول كوانج تساو شاو ـ وهو خبير في التنوع الحيوي البحري في أكاديمية سينيكا في تايبيه بتايوان ـ إنّ الاجتماعات التي حضرها أقرانه من الصين شهدت إجماعًا من علماء البيئة ـ على جانبي الممر المائي ـ على أن المنطقة يجب أن تُنَحَّى جانبًا، باعتبارها منطقة بحرية محمِيَّة.

ويواصل العلماء في المنطقة التعاون بشأن الأزمة؛ إذ يقود جيفي ليو في جامعة تونجي في شنجهاي، الصين، مشروعًا بحثيًّا لليونسكو، يضم علماء من الصين والفلبين ودول أخرى؛ لدراسة كيفية تراكم الرواسب، وانتقالها في بحر الصين الجنوبي. وأشار ليو إلى أن هذا المشروع ـ وغيره من المشروعات التي تموِّلها الصين ـ لن يتأثر بحُكْم المحكمة، وإنْ كان يشعر بالقلق، بسبب احتمال انسحاب الشركاء الفلبينيين.

بيد أن الاهتمام العلمي والأهداف البيئية في المنطقة يمكن أن تعزز الدبلوماسية، من خلال إعطاء الخصوم سببًا للجلوس إلى مائدة المفاوضات، والتوصل إلى تحديد للأولويات المشتركة. ووفقًا لما يقوله جونستون؛ فإن حُكْم المحكمة قد يمثل الشرارة التي كان يحتاجها الحوارُ لينطلق. فالصين سترغب ـ برغم ردود فعلها غير المسؤولة حتى الآن واحتمال عدم تخلِّيها عن مطالباتها الإقليمية ـ في أن تَظهر أمام الرأي العام، وكأنها ـ على أقل تقدير ـ تتصرف بنزاهة، وبما يصبّ في الصالح العام. ويضيف: "نحن نأمل أن يعيد ذلك الأمُورَ إلى نِصَابها، وأن يُقْنِع الصين بأن التفاوض البَنّاء هو الطريق الوحيد للمضي قدمًا".

دعا مكمانوس منذ تسعينات القرن المنصرم إلى بناء «منتزه سلام» بحري في المنطقة، يُدار بصورة مشتركة. يقول: "هذا هو السبيل الوحيد للحيلولة دون انهيار مصائد السمك، وسيكون له تأثير جيد على الجهود المبذولة لتفادي العمل العسكري". وإضافة إلى ذلك.. فإن قرار المحكمة يجعله أكثر تفاؤلًا إلى حد ما؛ فهو الآن يرى أن فرصة إنشاء المتنزَّه تبلغ 1 من 10، وليس 1 من 100. ويؤكد: "إذا لم تفعل الصين شيئًا غير التعنُّت، والقول 'كل هذا مِلْكنا'؛ فلن نخطو خطوة وحيدة إلى الأمام". ■





ALLEN INST.

قام الباحثون برصد نشاط أدمغة الفئران أثناء مشاهدتها لصور محددة، مثل صورة هذه القطة.

علم الأعصاب

الكشف عن منجم لبيانات الدماغ

مسح هائل لنشاط القشرة البصرية للدماغ لدى الفئران، يهدف إلى الكشف عن القواعد الحاسوبية التي يَتَّبِعها المخ.

هيلين شين

مستمِدِّين الإلهامَ من مسوح السماء واسعة النطاق، التي يجريها علماء الفلك لاستكشاف الكون، قضى عدد من علماء الأعصاب في سياتل بولاية واشنطن أربع سنوات في أعمال مسح منهجي للنشاط العصبي للقشرة البصرية لدماغ الفئران. يقدِّم أول إصدار للبيانات من مرصد ألين للدماغ Allen Brain Observatory بتاريخ 13 يوليو مجموعة بيانات متاحة للجمهور بنطاق وحجم غير مسبوقَين، من شأنها مساعدة العلماء في نمذجة الدماغ البشري، وفَهْمه.

يمثل هذا المشروع جزءًا من خطة طموحة لأبحاث الدماغ، تمتد إلى عشر سنوات، كان قد أُعلن عنها معهد ألين لعلوم الدماغ في عام 2012. وتهدف المبادرة التي صُمِّمت لتصنيف الخلايا العصبية وخصائصها الكهربائية بأدق التفاصيل إلى دعم التوصُّل إلى رؤى جديدة بشأن كيفية تكوين التصور والإدراك.

وفي إطار سعيهم لجَمْع أول مجموعة بيانات لمرصد الدماغ، استعان الباحثون بمجهر متخصِّص لتسجيل موجات الكالسيوم التي تَحْدُث عند استثارة الخلايا العصبية، حيث تم أَخْذ عيِّنات من النشاط من 25 فأرًا خلال أكثر من 360 جلسة تجارب، أثناء مشاهدة الفئران لمجموعة من المثيرات البصرية ـ كأنماط خطوط متحركة مثلًا ـ وصور لمَشَاهد طبيعية وأفلام قصيرة. وتضم مجموعة البيانات حتى الآن 18 ألف خلية من أربع مناطق بالقشرة البصرية، ما يجعلها واحدة من أكبر مجموعات البيانات من نوعها، وأكثرها شمولاً. كما تشمل أيضًا معلومات عن موقع كل خلية عصبية، وما يميزها من علامات وراثية. ونظرًا إلى ضخامة حجم البيانات الأولية، البالغ 30 تيرابايت، يصعب مشاركتها، إلا أنه يمكن للمستخدِمِين تنزيل مجموعات بيانات أخرى معالَجة، يسهل التعامل معها، أو استكشافها على شبكة الإنترنت، دون تحميلها.

وفي تعليق لها، قالت آن شورشلاند، عالمة الأعصاب لدى مختبر «كولد سبرينج هاربور» Cold Spring Harbor في نيويورك، قائلة: "إنه لأمر مدهش.. فلم يسبق ـ حسب معلوماتي ـ أن درَس باحثون مثل هذا العدد من المناطق في الدماغ مع مثل هذا العدد الكبير من المحفِّزات. والأهم من ذلك.. توافر البيانات بالمجان أيضًا".

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وقد سبق أن قامت مختبرات أخرى بجَمْع بيانات مماثلة، لكن على نطاق أصغر، وبعدد أقل من الحيوانات، أو بالتركيز على عدد أقل من الخلايا العصبية، بيد أنه يصعب دمج هذه المعلومات ومقارنتها، نظرًا إلى الاختلافات في الأنواع، أو التقنيات، أو مناطق الدماغ الخاضعة للفحص. وتبقى معظم البيانات بحوزة مختبرات فردية.

ولجَمْع بيانات ألين الشاملة بشكل غير عادي، قام أكثر من 100 باحث بتطوير واستخدام أدوات وبروتوكولات قياسية لكل مرحلة من مراحل التجربة؛ إذ أتاح لهم ذلك أَخْذ عيِّنات بشكل متكرر ومنتظم من أنواع الخلايا العصبية نفسها من مختلف الحيوانات والجلسات.

والآن، يخطط الباحثون في معهد ألين لمراقبة النشاط أثناء أداء الفئران لمهام سلوكية. كما يرغب العلماء في استخدام المزيد من تقنيات التسجيل، وتوسيع نطاق أَخْذ العينات؛ ليغطي كل مناطق القشرة البصرية في الفئران، وما بعدها. ومن جانبه، يأمل كريستوف كوخ ـ رئيس معهد ألين ـ أن يتطور المشروع خلال السنوات الثلاث أو الأربع القادمة؛ ليصبح مرصدًا حقيقيًّا، يتمكن الباحثون فيه من المطالَبة بإجراء تجارب معينة، ستتاح نتائجها للجمهور.

قد تساعد خريطة النشاط العصبي الخاصة بالمشروع في وضع تصوُّر كامل لأنواع الخلايا النشطة في الدماغ، وطريقة عملها مع بعضها البعض. ويتطلع معهد ألين ـ في نهاية المطاف ـ إلى مَنْح باحثيه وغيرهم القدرة على استخدام مجموعة البيانات الضخمة؛ للمساعدة في الكشف عن المبادئ الحاسوبية الأساسية التي تقف وراء قدرة الإدراك. وتشترك في هذا الهدف النبيل أبحاث الدماغ التي تجريها الحكومة الأمريكية، من خلال مبادرة «برين» BRAIN لتطوير التقنيات العصبية الابتكارية، التي أُطلقت في عام 2013 بالتعاون مع معهد ألين، وعدد من شركاء القطاع الخاص الآخرين. وبينما تدعم مبادرة «برين» ـ إلى حد كبير ـ أفراد ومجموعات صغيرة من الباحثين، من خلال تقديم مِنَح عادية، ركَّز معهد ألين موارده البشرية والمالية على عدد قليل من المشروعات الكبيرة؛ إذ يهدف إلى إنشاء أدوات بحثية عامة، يستحيل على المختبرات الفردية تصنيعها. وأكَّد كوخ أنه سيتسنَّى للباحثين النظريين ـ مستعينين بمسح ضخم للنشاط العصبي ـ تصميم نماذج أكثر دقة لوظائف الدماغ، والعثور على طرق أفضل لاختبار صلاحية النماذج الحالية، لكنه تَحَدَّث بواقعية أيضًا عن التحديات المقبلة، قائلًا: "بما أننا نملك الآن كل هذه البيانات، فبلا شك سينبثق منها الحل" . سيعتمد تأثير عمل مرصد ألين للدماغ بشكل جزئي على إمكانية احتضان مجال علم الأعصاب لهذه التجربة في الأبحاث العامة. وتشير ردود الفعل الأوليّة إلى رغبة الباحثين في المشاركة. كما أشارت شورشلاند إلى أن المعلومات المتعمقة المتعلقة بمدى استجابة المناطق البصرية المختلفة للمؤثرات يمكن أن تساعد في توجيه تجاربها وتنقيحها. ويمكن للبيانات أيضًا أن تساعد المختبرات التي لا تستطيع الوصول لمعدات التصوير عالية التخصص.

ويتطلع الباحثون النظريون أيضًا إلى التبحُّر في البيانات. وفي هذا السياق، صرّح ستيفن زوكر ـ عالِم الأعصاب الحاسوبية في جامعة ييل في نيو هيفن بولاية كونيتيكت ـ قائلًا: "في الواقع هي أشبه بالصفقة. الأمر كما لو أن شخصًا قد فتح باب أكبر مختبر مختص بعلم الأعصاب في العالم أمام الباحثين النظريين في كل مكان، قائلًا: 'هلموا إلى هنا، والعبوا ببياناتنا'". ■

رياضيات

البرهان المنيع يحيِّر واضِعِي النظريات

مؤتمر حول أعمال شينيتشي موتشيزوكي الثورية يحفِّز شيئًا من التفاؤل الحَذِر.

ديفيديه كاستيلفيكي

بعد مرور ما يقرب من أربع سنوات على قيام شينيتشي موتشيزوكي بكشف النقاب عن مجموعة أوراق بحثية مذهلة، يمكنها أن تُحْدِث ثورة في نظرية الأعداد، لم يتمكن علماء الرياضيات الآخرون من فَهْم عمله بعد، بيد أنهم حققوا بعض التقدم المحدود حيال ذلك.

في الأسبوع الأخير من شهر يوليو، اتجه ما يقرب من 50 عالمًا من علماء الرياضيات نحو اليابان؛ لاقتناص فرصة نادرة للاستماع إلى موتشيزوكي أثناء عرضه لبرهانه الضخم لحدسية *abc*، التي مر عليها 31 سنة، والتي تقع في قلب نظرية الأعداد. عُقد المؤتمر في مقر عمله في معهد جامعة كيوتو للبحوث في علوم الرياضيات «RIMS».

يقول كيران كيدلايا ـ الخبير في نظرية الأعداد بجامعة كاليفورنيا في سان دييجو ـ إنّ موتشيزوكي بدا "أقل عزلة مما كان قبل بدء الأمر". في البداية، بدا برهان موتشيزوكي ـ الذي فاق عدد صفحاته الإجمالي 500 صفحة (وهو متاح على go.nature.com/2amidei) ـ وكأنه غابة من المعادلات المنيعة، إلا أن الخبراء تمكّنوا ببطء من التوصل إلى استراتيجية للفهم، وتمكنوا من وضع أيديهم على فقرات معينة بدت حاسمة، كما يقول كيدلايا.

من جانبه أشار جيفري لاجارياس ـ الخبير في نظرية الأعداد بجامعة متشيجان في آن أربور ـ إلى أنه قد أدرك أن عمل موتشيزوكي يستحق هذا الجهد. يقول: "إنه يحوي أفكارًا ثورية جديدة".

ومع ذلك.. لا يزال كيدلايا يرى أنه كلما تعمّق في البرهان؛ رأى أن الوصول إلى إجماع على صحته أو عدم صحته سيستغرق وقتًا أطول. فبرغم اعتقاده المسبق بأن المشكلة قد تُحَلّ بحلول عام 2017، إلا أنه يقول الآن: "أرى أن الأمر سيحتاج إلى ثلاث سنوات أخرى على الأقل".

أما الآخرون، فهم أقل تفاؤلًا.. فقد صرّح فيسلين ديميتروف ـ عالم الرياضيات بجامعة ييل في نيو هيفن بولاية كونيتيكت ـ قائلًا: "التفسيرات واضحة في العموم، ويمكن تتبُّع الكثير من النّقاشات إلى حد ما، إلا أن الاستراتيجية العامة لا تزال مبهمة تمامًا بالنسبة لي، ناهيك عن الرموز غير المسبوقة، الأشبه بالطلاسم. إن هذه الأوراق لا تشبه من قريب أو بعيد أيًّا مما ظهر مِن قَبْل في أبحاث الرياضيات المنشورة".

برهان حَدْس ABC

يرتبط حَدْس *abc* بالأعداد الأولية، وهي الأعداد الصحيحة التي لا يمكن قسمتها بالتعادل على أي عدد أصغر، عدا العدد 1. يأتي الحدس في عدة صور مختلفة، وهو يفسّر كيف أن الأعداد الأولية التي تقسم العددين a وb مرتبطة بالأرقام التي تقسم حاصلهما c.

يقول ديميتروف إنه إذا ثبتت صحة برهان موتشيزوكي، فستكون له تداعيات كبيرة في عالَم الرياضيات. ويضيف: "حين تعمل على نظرية الأعداد، لا يمكنك تجاهل حدس *abc*. ولهذا السبب يتشوق خبراء نظرية الأعداد للتعرف على نهج موتشيزوكي". فعلى سبيل المثال.. أوضح ديميتروف في شهر يناير الماضي كيف أنه بافتراض صحة دليل موتشيزوكي، يمكن استنباط كثير من النتائج الأخرى، بما فيها دليل مستقل تمامًا لنظرية «فيرمات» الأخيرة الشهيرة، التي تم الاحتفاء بها (في. ديميتروف، ونسخة ما قبل الطباعة متوفرة على http://arxiv.org/abs/1601.03572; 2016).

إن البرهان المزعوم الذي نشره موتشيزوكي على صفحته على شبكة الإنترنت في شهر أغسطس من عام 2012 يستند إلى عقد مضى من الأعمال، أنشأ خلاله موتشيزوكي فرعًا جديدًا تجريديًّا تمامًا من الرياضيات، وسط عزلة افتراضية.

موتشيزوكي في القاعة

جاءت ورشة العمل التي احتضنتها كيوتو في أعقاب ورشة أخرى عُقدت في شهر ديسمبر الماضي في أكسفورد بالمملكة المتحدة. لم يحضر موتشيزوكي الاجتماع الأول، إلا أنه أجاب على أسئلة الجمهور عبر الفيديو، لكن لا شك أن وجود موتشيزوكي هذه المرة في الغرفة، والاستماع إليه وهو يعرض بعض أوراقه بنفسه، كان أمرًا مفيدًا، كما يقول تايلور دوبوي، عالِم الرياضيات بالجامعة العبرية في القدس.

ومن جانبه، صرَّح إيفان فيسنكو ـ عالِم الرياضيات بجامعة نوتنجهام في المملكة المتحدة، الذي شارك في تنظيم ورشتي العمل ـ بأن هناك الآن حوالي 10 علماء في الرياضيات يبذلون جهدًا كبيرًا في فَهْم المادة، بعد أن كانوا ثلاثة فقط قبل ورشة العمل التي أقيمت في أكسفورد.

لم يشارك موتشيزوكي في أنشطة التعارف في اجتماع كيوتو. وبرغم أنه أبدى استعدادًا للإجابة على الأسئلة، إلا أن رأيه في المناقشات التي تمت في الجلسة لم يكن واضحًا. يقول كيدلايا: "لا يبوح موتشيزوكي بالكثير، فهو مراوِغ ماهر".

وقد سبق لعملاء الرياضيات أن انتقدوا موتشيزوكي لرفضه السفر؛ فبعد نشره الأوراق، قُدِّم له عدد من العروض للسفر إلى الخارج، لكنه رفضها كلها. ورغم أنه قضى معظم شبابه في الولايات المتحدة، إلا أنه نادرًا ما يغادر منطقة كيوتو. وجدير بالذكر أنّ موتشيزوكي لا يرد على أي طلبات لإجراء مقابلات معه؛ وقد كُتب على موقع الورشة التالي: "لن يتم قبول أي أنشطة تهدف إلى إجراء مقابلات، أو أي تغطية إعلامية من أي نوع داخل منشآت معهد جامعة كيوتو للبحوث في علوم الرياضيات".

"إنه رزين جدًّا"، هكذا قال عنه أحد المشاركين في الورشة، الذي رفض الإفصاح عن اسمه. "الشيء الوحيد الذي يثير حفيظته هو تسرُّع البعض في إصدار الأحكام والتصريحات، دون فَهْم التفاصيل"، بينما يقول دوبوي: "أعتقد أنه يتعامل مع الكثير من الانتقادات التي تُوَجَّه إليه بشكل شخصي جدًّا.. وأنا متأكد أنه قد سئم من الأمر برمّته". ■

علم الفلك

كيف نقتنص حياةً خارج كوكبنا

علماء الأحياء الفلكية يحاولون تحديد البصمة الكيميائية للحياة في الكواكب الأخرى.

ألكساندرا ويتز

تكثر الإنذارات الكاذبة في خضم البحث عن حياة خارج الأرض. وقد ناقش الباحثون ادعاءات ـ رفضوها بصورة عامة ـ بدءًا من التقرير الصادر في سبعينات القرن الماضي، الذي زعم وجود حياة على سطح المريخ، وانتهاءً بـ"اكتشاف" ميكروبات فضائية أحفورية في أحد النيازك في التسعينات.

شرعت وكالة «ناسا»، مستمدة الإلهام من اكتشاف آلاف الكواكب خارج المجموعة الشمسية، في بذل مساع جديدة للبحث عن حياة خارج كوكب الأرض. وتهدف تلك المساعي إلى فهم ماهيّة الغازات التي قد تصدر عن الحياة خارج كوكب الأرض، وكيف يمكن لعلماء الفلك المحنَّكين رصد "بصمات حيوية" كهذه في الضوء المار عبر الأغلفة الجوية للكواكب، التي تبعد عنا تريليونات الكيلومترات (انظر: «البحث عن الحياة خارج كوكب الأرض»).

نَظَّمَت الوكالة ورشة عمل في يوليو الماضي في سياتل بولاية واشنطن، غايتها توعية إحدى مجموعات «ناسا» المختصة بالكواكب الواقعة خارج المجموعة الشمسية، بشأن تجنُّب الأخطاء المحرجة في المستقبل. يقول شون دوماجل جولدمان، أحد منظمي الورشة، وعالِم الفلك في مركز جودارد لرحلات الفضاء، التابع لوكالة «ناسا» في جرين بيلت بولاية ميريلاند: "علينا أن نتعاون معًا؛ للاتفاق بشأن ما قد يمثل خير دليل على وجود حياة في كوكب آخر".

يأتي هذا الحدث في وقت حرج، يجد فيه علماء الفلك صعوبة في تفسير البيانات المستمدة من الجيل التالي من التليسكوبات، الخاصة بالكواكب الواقعة خارج المجموعة الشمسية. ويعكف بعض العلماء على فهْم كيفية إنتاج الطبيعة لغازات قياسية تحمل بصمات حيوية ـ مثل الأكسجين ـ في ظل عدم وجود كائنات حية، بينما يحاول آخرون التفكير على نطاق موسَّع قدر الإمكان، في مختلف الظروف الكيميائية الحيوية، التي من الممكن أن تمثل حاضنة للحياة.

تقول سارة راجهايمر، عالمة الفلك بجامعة سانت أندروز بالمملكة المتحدة: "يمكننا أن نخدع أنفسنا بالاعتقاد بوجود حياة على كوكب ليس فيه حياة، وقد نُغْفِل وجود الحياة، لأننا لا نفهم حقًّا سياق ما قد ينتج عنها على كوكب آخر".

يمثل الكشفُ عن غاز يحمل بصمة حيوية مجردَ خطوة أولى في سبيل فهْم ما يحدث على كوكب خارج المجموعة الشمسية. وتشير فيكتوريا ميدوز ـ عالمة الفلك في جامعة واشنطن في سياتل ـ إلى أن كل عالَم له توليفته الخاصة من العوامل الفيزيائية والكيميائية التي قد تؤدي إلى وجود حياة، أو عدمها. وتضيف: "الكواكب معقدة للغاية، وعلينا ألا نظن أنها ستكون متماثلة، أو أنها ستبوح بأسرارها بسهولة".

تمثِّل بيئة الكوكب عاملاً أساسيًّا، إذ تدور كواكب يماثل حجمها حجم الأرض حول نجوم قزمة حمراء ذات تصنيف طيفي من نوع M (أكثر النجوم شيوعًا في المجرة) على بُعْد يسمح باحتوائها على مياه سائلة. ومع ذلك.. فقد أوضح زملاء ميدوز[1] أن التفاعلات الكيميائية الضوئية من الممكن أن ترسل المياه إلى الغلاف الجوي للكوكب، ثم تفصل الهيدروجين، الذي يتسرب بدوره إلى الفضاء، ليتبقى في النهاية غطاء كثيف من الأكسجين، يبدو كما لو كان ناتجًا من كائنات حية، لكنه ناتج عن آثار غازات دفيئة جامحة.

وهناك طرق لمعرفة ذلك.. فتأثير الغازات الدفيئة من شأنه أن يشكل غلافًا جويًّا أكثر كثافة من غلافنا الجوي آلاف المرات، تصطدم فيه جزيئات O_2؛ لتنتج غاز O_4. لذا.. فإن اكتشاف غاز O_4 في الغلاف الجوي لأي كوكب، من الممكن أن يكون مؤشرًا على أن الأكسجين لا يدل في الواقع على وجود حياة، وذلك وفقًا لما أشار إليه فريق ميدوز في تقرير هذا العام[2].

تتمثل الطريقة الأخرى في وضع قائمة بغازات بصمة حيوية بديلة، أي غازات غير واضحة، مثل الأكسجين، تصدرها الكائنات الحية في ظروف معينة. وتشتمل هذه الغازات على ثنائي ميثيل الكبريتيد[3]، الذي تنتجه العوالق النباتية، أو حتى غاز الأمونيا[4]. ومن الممكن في كوكب خارجي بارد أن تنتج الكائنات الغاز باستخدام العملية الكيميائية نفسها، التي تستخدمها جهات التصنيع.

بدأت عالمة الفلك سارة سيجر في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا بكمبريدج باختبار 14,000 مركّب مستقر بما يكفي للتواجد في الغلاف الجوي للكواكب، وهي تعمل الآن مع زملائها على تصفية القائمة الأولية للجزيئات، باستخدام معايير معينة، مثل تحديد ما إذا كانت هناك طرق جيوفيزيائية لإطلاق المركب في الغلاف الجوي، أم لا[5]. وتقول في هذا الصدد: "نحن نُجْرِي عملية فرز، ولا نريد أن يفوتنا أي شيء".

ويهدف اجتماع سياتل إلى تجميع قائمة عمل لغازات البصمة الحيوية وخصائصها الكيميائية. وتستفيد هذه المعلومات علماء الفلك في معرفة كيفية تحليل البيانات

البحث عن حياة خارج كوكب الأرض

يعكف علماء الأحياء الفلكية على فرز قائمة المواد التي إذا ما وجدت على أحد الكواكب التي تدور حول نجم آخر، فقد تشكّل دليلًا على وجود حياة خارج كوكبنا.

الحياة كما نعرفها

تتمثل إحدى الطرق في دراسة ضوء أحد النجوم؛ بحثًا عن البصمة الكيميائية لغازات، من الممكن أن تكون قد تكونت في ظل وجود كائنات حية.

الحياة كما لا نعرفها

يوجد نهج آخر يتمثل في تقييم مجموعة هائلة من الجزيئات، وفرزها على أساس عوامل معينة، مثل استقرارها، وإمكانية رصدها.

SOURCE: CHART: S. SEAGER & W. BAINS SCI. ADV. 1, E1500047 (2015); CONE: REF. 5

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الصادرة عن تيليسكوب جيمس ويب الفضائي، التابع لوكالة «ناسا»، والمقرر إطلاقه في عام 2018. وأشارت نيكول لويس ـ عالمة الفلك في معهد مراصد علوم الفضاء (SISCI) في بالتيمور بولاية ميريلاند ـ إلى أن التيليسكوب سيكون قادرًا على رصد عدد من الكواكب الصالحة للحياة، كما سيقدِّم أول نظرة مفصَّلة للغازات التي تحيط بكل عالم.

لا يوجد غاز بعينه قد يمثل مؤشرًا حقيقيًّا على وجود حياة خارجية. ومع ذلك.. يأمل دوماجل جولدمان أن تسفر ورشة العمل عن إطار عمل لفَهْم مواضع ارتكاب العلماء للأخطاء. ويقول: "لا نريد أن نَخْرُج ببيان صحفي مُدَوٍّ، ثم بعد أسبوع تعلو وجوهَنا حمرة الخجل". ■

1. Luger, R. & Barnes, R. *Astrobiology* **15,** 119–143 (2015).
2. Schwieterman, E. W. *et al. Astrophys. J.* **819,** L13 (2016).
3. Domagal-Goldman, S. D., Meadows, V. S., Claire, M. W. & Kasting, J. F. *Astrobiology* **11,** 419–441 (2011).
4. Seager, S., Bains, W. & Hu, R. *Astrophys. J.* **775,** 104 (2013).
5. Seager, S., Bains, W. & Petkowski, J. J. *Astrobiology* **16,** 465–485 (2016).

علم الأوبئة

دورة اجتماعية تساعد على انتشار فيروس نقص المناعة البشرية

أظهرت دراسة جينية أن العلاقات الجنسية بين الرجال كبار السنّ والنساء الشابّات تقود انتشار وباء الإيدز في جنوب أفريقيا.

إيمي ماكسمن

لا تُعَدّ العلاقة الجنسية بين الفتيات والرجال كبار السن أمرًا خفيًّا في جنوب أفريقيا. ففي تلك البلاد، يشيع استخدام لقب "المُبارِك" blesser، لوصف الرجل الذي ربما يبدأ بدفع أجرة حافلة المدرسة لإحدى الطالبات المراهقات، ومن ثم يبتاع لها اللوازم المدرسية التي لا تقدر على شرائها، وربما يتناول طعام الغداء معها في أحد المقاهي المحترمة، لينتهي بهما الأمر مع مرور الوقت إلى ممارسة الجنس.

يشير تحليل جيني أُجري مؤخرًا إلى الكيفية التي تؤثر بها هذه الظاهرة الاجتماعية على دورة انتقال فيروس نقص المناعة البشرية «HIV» داخل البلاد، التي تحتوي على أكبر معدلات الإصابة بهذا الوباء. وعبر تحليل أوجه التشابه بين السلاسل الجينية الفيروسية، المأخوذة من حوالي 1600 شخص مصاب بالفيروس، موجودين جميعًا في مجتمع واحد في مدينة كوازولو ناتال، توصَّلت الدراسة إلى أن الفتيات المراهقات والنساء في أوائل العشرينات يلتقطن الفيروس عادةً من رجال في حوالي الثلاثين من العمر. وبالطبع، عندما تتقدم النساء في العمر؛ فإنهن يواصلن نقل العدوى إلى شركائهن الدائمين، الذين بدورهم ينقلون الفيروس إلى الفتيات الأصغر سنًّا.

يقول عالم الوبائيات سليم عبد الكريم؛ المؤلف الرئيس للدراسة غير المنشورة، ومدير مركز أبحاث برنامج مكافحة الإيدز في جنوب أفريقيا (CAPRISA): "هذه الظاهرة الاجتماعية هي المحرك الدافع وراء ارتفاع معدلات الإصابة بفيروس نقص المناعة البشرية". ومن الجدير بالذكر أن عبد الكريم قدَّم بحثه خلال انعقاد المؤتمر الدولي حول الإيدز في دوربان.

يَعتقِد عبد الكريم أن الدراسة تضاف إلى الأدلة المتزايدة بخصوص وجوب تشجيع النساء غير المصابات بفيروس نقص المناعة البشرية ـ خاصة في المناطق التي تشهد معدلات إصابة مرتفعة ـ على تناول الأدوية المضادة للفيروسات بانتظام؛ وذلك للحيلولة دون انتقال العدوى إليهن. ومن جهتها، توصي منظمة الصحة العالمية بتقديم ما يُعرف بالعلاج الوقائي لمنع الإصابة بالمرض «بريب» PrEP إلى الأشخاص المعرَّضين بشكل كبير لخطر الإصابة بفيروس نقص المناعة البشرية، ولكن حكومة جنوب أفريقيا لم توصِ باستخدام الفتيات الشابات لعلاج «بريب»، ويعود ذلك ـ بشكل جزئي ـ إلى نتائج التجارب الإكلينيكية المخيبة للآمال.

ومن ناحية أخرى، تؤكد دراسة عبد الكريم أهمية إحداث تغييرات اجتماعية واسعة، وذلك وفقًا لما يقوله ميشيل سيديبي، المدير التنفيذي لبرنامج الأمم المتحدة المشترك لمكافحة الإيدز (UNAIDS). ففي أجزاء من جنوب أفريقيا، تُصاب الفتيات المراهقات بفيروس نقص المناعة البشرية بمعدل ثمانية أضعاف معدَّل إصابة الفتيان المراهقين. وفي بعض الجماعات في كوازولو ناتال، تصل نسبة خطر تعرُّض الفتاة المراهقة في سن الخامسة عشرة للإصابة بالفيروس ـ في وقت ما من حياتها ـ إلى 80%. يقول سيديبي: "تُظْهِر الدراسة مدى شيوع العلاقات الجنسية بين الرجال كبار السن، والفتيات الصغيرات. من المهم أن نوفر الدواء، ولكن كيف نستطيع كسر جدار الصمت حول عدم تنفيذ القوانين المعنية بحماية النساء الشابات؟ وكيف نستطيع استثمار الدعم الشعبي من أجل المطالبة بحقوقهن، والحد من انتشار هذا النوع من العنف؟".

حلقة مفرغة

يقول الباحث غير المشارك في الدراسة، توماس كوين ـ وهو عالِم وبائيات في كلية بلومبرج للصحة العامة بجامعة جونز هوبكنز بولاية ميريلاند ـ إن الباحثين أدركوا منذ وقت طويل جسامة الأخطار الناجمة عن انتشار العدوى بفيروس نقص المناعة البشرية بين النساء الشابات في جنوب أفريقيا، وأنه ينتقل إليهن عبر الممارسات الجنسية مع رجال أكبر سنًّا، ويضيف: "من المثير حقا استخدام معلومات الوراثة الجزيئية؛ لتوضيح كيفية انتشار هذا الفيروس بين الناس"، وأيضًا لتحديد أعمار النساء والرجال عند نقاط رئيسة في دورة حياة الفيروس.

> **«هذا هو المحرك الدافع وراء ارتفاع معدلات الإصابة بفيروس نقص المناعة البشرية».**

عمل عبد الكريم خلال العامين الماضيين على تعقُّب البيانات الوراثية للفيروس؛ وقد أثَّرت أبحاثه بالفعل على معالجة الحكومات والمنظمات الدولية لهذا الوباء، كما شارك نتائج دراساته بشكل منتظم مع ديبورا بيركس، المنسقة الأمريكية لمكافحة الإيدز في العالم، والمشرفة على خطة الرئيس الطارئة للإغاثة من الإيدز «بيبفار» PEPFAR، التي تُعَدّ كبرى الجهات الفيدرالية المموِّلة لأبحاث الوقاية من فيروس نقص المناعة البشرية.

في سنة 2014، أطلقت (بيبفار) مبادرة، أسمتها «دريمز» DREAMS، تهدف إلى حماية النساء الشابات من الإصابة بفيروس نقص المناعة البشرية. وجاءت المبادرة ردًّا على النتائج التي أشارت إلى أن أكثر من ألف امرأة تتراوح أعمارهن بين 16 و24 سنة يُصَبْن بالعدوى يوميًّا في جنوبي أفريقيا وشرقها. وعندما سمعت بيركس معلومات مفصلة عن النتائج التي توصَّل إليها عبد الكريم في السنة الماضية، عملت على إقناع (بيبفار) باستهداف جماعات ديموجرافية معينة. فعلى سبيل المثال.. توضح بيركس أن الفتيات اللواتي تتراوح أعمارهن بين 15 و19 سنة يشكلن نصف عدد المستفيدات من تحدِّي الابتكار، البالغ قيمته 85 مليون دولار أمريكي، الذي أطلقته مبادرة دريمز في 18 يوليو الماضي.

وبصرف النظر عن النتائج، ما زال مسؤولو الصحة مترددين حيال التوصية بعلاج «بريب» للشابات والفتيات المراهقات. ففي شهر يونيو الماضي، أوصت حكومة جنوب أفريقيا بعلاج «بريب» للعاملين في مجال تقديم الخدمات الجنسية، ولكنها استثنت من قرارها الجماعات التي ترتفع فيها مخاطر الإصابة بالفيروس، مثل الرجال المثليين ، والنساء الشابات. ولعل أحد أسباب تردُّد الحكومة حيال هذا الأمر هو أن عمليات العلاج لم تثبت فعاليتها في التجارب الإكلينيكية. وقد أوضحت اختبارات الدم سبب ذلك، فالنساء في تلك التجارب لم يتناولن الأدوية بصفة منتظمة، سواء أكانت الحبوب اليومية، أم الهلام المهبلي.

وقد أعلن فريق مركز أبحاث برنامج مكافحة الإيدز في جنوب أفريقيا في المؤتمر عن نتائج أخرى لم تُنشر بعد، تشير إلى أن الميكروبيوم المهبلي لدى المرأة ربما يكون مسؤولًا بشكل جزئي عن عدم فعالية علاج «بريب». وفي المقابل، تشير دراسة حول النساء اللواتي يستخدمن هلام تينوفوفير للوقاية من فيروس نقص المناعة البشرية إلى أنه كان أقل فعالية عند النساء المصابات ببكتريا «الجاردنريلة المهبلية» *Gardnerella vaginalis* في بطانة المهبل. وقد اكتشف الباحثون أن «الجاردنريلة المهبلية» تمتص دواء «بريب»؛ مما يؤدي إلى تقليل تركيز الدواء في الدم.

ووفقًا لقول عبد الكريم، فإن هذا الأمر يلمِّح إلى أن عدد النساء اللواتي ربما تناولن أدويتهن أكبر من العدد الذي أشارت إليه اختبارات الدم المخيبة للآمال في التجارب الأولى. ويلمِّح أيضا إلى أن معالجة حالة اختلال التوازن في البكتيريا المهبلية ربما ستمكِّن علاج «بريب» من تحقيق نتائج أفضل عند بعض النساء الشابات. ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تغير المناخ

الطحالب تُسَرِّع ذوبان الجليد في جرينلاند

مشروع يحقّق في كيفيّة تأثير الميكروبات على الغطاء الجليدي.

ألكساندرا ويتز

انتشر الباحثون في الشهر قبل الماضي في جميع أنحاء الغطاء الجليدي بجزيرة جرينلاند؛ لاستكشاف التأثير عالي الأهمية - المُغْفَل عنه - لتكاثر الطحالب الحمراء والخضراء والبُنِّيَّة على مستقبل الجليد هناك؛ إذ تُكسِب الجليد لونًا داكنًا، وتزيد من امتصاصه لضوء الشمس، مؤدِّيةً إلى تسريع معدل ذوبانه.

ومشروع «بلاك آند بلوم» Black and Bloom ـ الذي بلغت تكلفته 3 ملايين جنيه استرليني (ما يعادل 4 ملايين دولار أمريكي) ـ هو الأوّل من نوعه، الذي يقوم بشكل منهجي بقياس مدى تغيير الطحالب لكمّية ضوء الشمس التي ترتد من على الغطاء الجليدي في جرينلاند للفضاء. يقول الباحث الرئيس مارتن ترانتر، عالِم الجيوكيمياء الحيوية بجامعة بريستول في المملكة المتحدّة: "نريد أن نعرف نسبة الظلمة التي تسبِّبها الميكروبات، والنسبة التي تسبِّبها عوامل أخرى"، مثل السخام، والغبار المعدني.

تتركز الدراسة في منطقة يبلغ طولها نصف كيلومتر من كلّ جانب، بالقرب من كانجرلوسواك بجرينلاند. ومن المقرر أن يكون الباحثون قد قضوا ستّة أسابيع في جمْع عيّنات من الكربون الأسود والكائنات الحيّة المجهرية، أثناء قياس ضوء الشمس القادم، ومدى انعكاسه. كما سيستمر المشروع لموسمي صيف آخرَين، لاستكشاف أجزاء مختلفة من الغطاء الجليدي.

تقول ليان بيننج، عضو الفريق، وهي عالمة في الجيوكيمياء الحيوية في جامعة ليدز بالمملكة المتحدة، ومركز البحوث الألماني لعلوم الأرض في بوتسدام: "إنها طحالب كسولة للغاية، تنام طيلة تسعة أشهر، ثمّ تستيقظ للاحتفال"، فينشِئ انتشارها حقولًا شاسعة وملوّنة من «الثلج البطيخي».

في شهر يونيو الماضي، ذكرت بيننج وفريقها أنّ انتشار الطحالب عبر منطقة القطب الشمالي يمكن أن يقلِّص الانعكاس بنسبة 13% خلال موسم الذوبان (S. Lutz *et al*. *Nature Commun*. **7**, 11968; 2016). ومن شأن نتائجهم أن تمكِّن واضعي نماذج المناخ من تحسين تقديرات مدى قابلية الغطاء الجليدي للذوبان في العقود القادمة؛ وهو الذي يحمل ما يكفي من الماء لرفع مستويات سطح البحر سبعة أمتار. وقد شهدت السنوات القليلة الماضية أرقامًا قياسية لدرجات الحرارة ومقدار الذوبان عبر جزيرة جرينلاند.

وفي هذا الصدد، يقول ماركو تيديسكو ـ متخصص الجيوفيزياء بمرصد لامونت دوهيرتي الأرضي في باليسادس بنيويورك ـ إن مشروع بلاك آند بلوم سيوفِّر "مجموعة بيانات فريدة من نوعها"؛ لمساعدة الباحثين على فهْم مستقبَل جزيرة جرينلاند. ■



JULIAN STRATENSCHULTE/DPA/PA IMAGES

توفِّر مصادر الطاقة المتجددة مثل طاقة الرياح حوالي ثلث احتياجات ألمانيا الحالية من الكهرباء.

الطاقة المتجددة

ننتقل الآن إلى توقُّعات حالة الطاقة

تعمل ألمانيا على توقُّع كمية الطاقة الشمسية وطاقة الرياح الممكن توليدها.

كيرين شيرماير

تمثِّل صفوف توربينات الرياح الشاهقة، والعدد الهائل من الألواح الشمسية اللامعة المنتشرة عبر أراضي ألمانيا، دليلًا حيًّا على تحوُّل الدولة إلى الطاقة غير النووية منخفضة الكربون. وعلى الرغم من أن ألمانيا تُعَدّ نموذجًا عالميًّا يُحتذى به في مجال الطاقة المتجددة، إلا أن شبكاتها الكهربائية لم تستطع بعد التأقلم مع عدم انتظام الطاقة الشمسية وطاقة الرياح.

في يونيو الماضي، بدأ خبراء الأرصاد الجوية والمهندسون وشركات المرافق في اختبار ما إذا كان بإمكان البيانات الوفيرة والتعلم الآلي أن يجعلا مصادر الطاقة الشمسية وطاقة الرياح متوافقة مع شبكات الكهرباء بصورة أفضل.

ووفقًا لقول مالتيه زيفرت، الفيزيائي بمعهد فراونهوفر لطاقة الرياح وتكنولوجيا أنظمة الطاقة في كاسل بألمانيا، وأحد قادة المشروع الذي أطلق عليه اسم «إيفيلين» EWeLine، فإنه "لتشغيل شبكات الكهرباء بكفاءة أكبر، وللحفاظ على الحد الأدنى من المخزون الأحفوري، يحتاج المشغِّلون إلى أن يكون لديهم فكرة أفضل عن كميات الرياح أو الطاقة الشمسية المتوقعة في أي وقت".

وببلوغها حوالي 45 ألف ميجاوات، تحتل ألمانيا المركز الثالث على مستوى العالم، بعد الصين والولايات المتحدة، من حيث قدرة طاقة الرياح الألمانية. أما من حيث سعة الطاقة الشمسية، فتتفوق فيها الصين فقط على ألمانيا، ولكنّ سرعة تحوُّل ألمانيا للطاقة المتجددة وطموحها في هذا المجال لا يقارَن. وفي الوقت الحالي، تزوِّد الطاقة المتجددة ألمانيا بثلث احتياجاتها من الكهرباء المحلية، ووعدت الحكومةُ بأنه بحلول عام 2050 ستكون 80% ـ على الأقل ـ من كهرباء الدولة من مصادر متجددة.

وتكمن المشكلة في أنه في الأيام الهادئة والغائمة، يحتاج مشغِّلو شبكة الكهرباء إلى دعم من محطات الطاقة التقليدية؛ لتلبية الاحتياجات المتوقعة. وفي الأيام المشمسة والعاصفة الاستثنائية ـ مثل يوم الثامن من مايو الماضي، عندما وَلَّدَت الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، التي استمرت لحوالي أربع ساعات، أكثر من 90% من الكهرباء التي استهلكتها ألمانيا ـ يحتاجون أن يطلبوا بسرعة من محطات الطاقة التي تعمل بالفحم والغاز أن تقلل من إنتاجها، خشية أن يتسبب تدفق الطاقة في زيادة الحِمْل على الشبكة؛ مما قد يزيد من خطر تعطُّلها.

تكلِّف مثل هذه الطلبات ـ التي تُسمى بـ«إعادة الإرسال» re-dispatches ـ المستهلكين الألمان أكثر من 500 مليون يورو (553 مليون دولار أمريكي) سنويًّا، نظرًا إلى أن مشغِّلي الشبكة يضطرون لدفع تعويضات لشركات المرافق، لضبط مدخلاتها. وقد يؤدي ذلك أيضًا ـ إذا وَلَّد مشغلو الشبكة طاقةً زائدة مهدرة ـ إلى خروج انبعاثات غير لازمة لثاني أكسيد الكربون. تقول ريناته هاجيدورن، وهي خبيرة أرصاد جوية في هيئة الأرصاد الألمانية في مدينة أوفنباخ: "من المثير للقلق أن الطاقة المتجددة تتوسع بسرعة كبيرة في ظل غياب قاعدة بيانات مناسبة، تساعِد على توقُّع دقيق للطاقة".

عين العاصفة

تتوقع نماذجُ الطقس المعيارية وقتَ وصول العواصف، وقوَّتها، والجبهات الهوائية في إقليم معين، ولكن هذه النماذج لا يمكنها ـ على سبيل المثال ـ توقُّع قوة الرياح عند محور التوربين، وهو ما يحدد كمية الطاقة التي سينتجها التوربين. ويأتي مشروع «إيفيلين» ـ الذي تبلغ تكلفته 7 ملايين يورو ـ حصيلة تعاون بين ثلاث من كبرى شركات الكهرباء (50هيرتز، وأمبريون، وتينيتي) ويتلقى تمويلًا من الوزارة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الاتحادية للشؤون الاقتصادية والطاقة وتم إطلاقه في عام 2012، ويقدم توقعات مخصصة لتلبية احتياجات معينة لمشغلات شبكة الكهرباء.

يتم تزويد معظم توربينات الرياح بأدوات تقيس سرعة الرياح عند محاورها، كما أن بعض الألواح الشمسية يحتوي على أجهزة استشعار؛ لقياس شدة ضوء الشمس. ويقوم «إيفيلين» بدمج هذه البيانات مع ملاحظات الطقس الأخرى من محطات الرصد الأرضية، والرادارات، والأقمار الصناعية، وتقوم نماذج حاسوبية معقدة بتوقُّع الطاقة المتولَّدة، خلال ثمانٍ وأربعين ساعة قادمة. ويضاهي الفريق توقعات الطاقة هذه بما يحدث بالفعل على أرض الواقع، ومن ثم يحسِّن التعلم الآلي من نماذج التوقع.

في شهر يونيو الماضي، بدأ الباحثون في «إيفيلين» اختبار نظامهم، باستخدام بيانات الألواح الشمسية وتوربينات الرياح المنتشرة عبر ألمانيا. وفي النهاية، فإن الفكرة تتمثل في استخدام مشغِّلي الشبكة توقعات الطاقة لتوجيه الطلبات. ونظرًا إلى أن عددًا قليلًا جدًّا من المنشآت الشمسية ومنشآت الرياح مُعَدّ لنقل البيانات لحظيًّا، فإن النتائج ليست قابلة بعد للاستخدام، لضبط كمية الطاقة المنتَجة. وخلال عامين، يخطط «إيفيلين» لتوفير القدرة على نقل البيانات لحظيًّا من معظم منشآت طاقة الشمس والرياح في ألمانيا.

وهناك أدلة تشير إلى أن هذا الأسلوب سيؤتي ثماره. فقد بدأ المركز الوطني لأبحاث الغلاف الجوي «NCAR» في بولدر بولاية كولورادو نظامًا مماثلًا في عام 2009، وهو قيد التشغيل حاليًّا في ثماني ولايات أمريكية. يقول دريك بارتليت، محلِّل الطاقة المتجددة في شركة المرافق «إكسل إنيرجي» Xcel Energy ـ الواقعة في دنفر بولاية كولورادو ـ إنّ نسبة التوقعات الخاطئة في الشركة ذات أعلى قدرة رياح في الولايات المتحدة، تناقصت منذ عام 2009؛ مما أدى إلى توفير 60 مليون دولار من أموال المستهلكين، بالإضافة إلى تقليل انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون السنوية، الناتجة عن توليد الطاقة من الوقود الأحفوري، بما يتجاوز ربع مليون طن سنويًّا. وتقول سو هاوبت، المشرفة على أبحاث الأنظمة المناخية في المركز الوطني لأبحاث الغلاف الجوي: "لدى ألمانيا ثلة من مُنْشِئي النماذج الماهرين، الذين يقومون بالفعل بعمل جيد، رغم عدم امتلاكهم البيانات اللحظية التي نمتلكها. وبمجرد أن يمتلكوا تلك البيانات، فأنا على يقين من أنهم سيصنعون فَرْقًا".

ولا يمكن لمشروع «إيفيلين» ـ ببساطة ـ استخدام نظام المركز الأمريكي، لأن نماذج الطقس، والخوارزميات التي تحوِّل توقعات الطقس إلى توقعات للطاقة، تختلف في الولايات المتحدة عنها في ألمانيا. ■

الطب البيولوجي

التجربة الأولى لكريسبر على البشر

التصديق على قيام فريق صيني باختبار الخلايا ذات الجينات المحرَّرة على المرضى المصابين بسرطان الرئة.

ديفيد سيرانوسكي

يوشك العلماء الصينيون على تحقيق سَبْق عالمي في حَقْن البشر بالخلايا المعدَّلة باستخدام تقنية كريسبر-كاس9 CRISPR- Cas9 لتحرير الجينات. ففي السادس من يوليو، حصل الفريق الذي يترأسه لو يو ـ طبيب الأورام في مستشفى غرب الصين في جامعة سيتشوان في تشنجدو ـ على إقرار أخلاقي، لاختبار الخلايا على الأشخاص الذين يعانون من سرطان الرئة. وكان يخطط لبدء التجربة في شهر أغسطس. تضع هذه الخطة الزمنية الاقتراح كأولوية في تجربة الولايات المتحدة الأمريكية لاختبار الخلايا المعدلة بتقنية كريسبر-كاس9 كعلاج للسرطان أيضًا. ويقول كارل جون، الباحث الإكلينيكي في العلاج المناعي في جامعة بنسلفانيا في فيلادلفيا: "إنها خطوة مثيرة إلى الأمام". وفي الشهر الماضي، تمت المصادقة على تجربة الولايات المتحدة من قِبَل معاهد الصحة الوطنية الأمريكية (NIH)، ولكنها لا تزال تنتظر حصولها على تصريح من إدارة الغذاء والدواء الأمريكية «FDA»، ومجلس مراجعة الجامعة.

كانت هناك تجارب إكلينيكية بشرية عديدة باستخدام تقنية تحرير الجينات البديلة أيضًا، بما في ذلك تجربة ترأّسها جون، ساعدت المرضى على مكافحة فيروس نقص المناعة البشرية HIV، ولكنّ أيًّا منها لم يستخدم كريسبر حتى الآن. وستبدأ التجربة الصينية بضمّ مرضى سرطان الرئة النقيلي ذي الخلايا غير الصغيرة، ومَن لم ينجح معهم العلاج الكيميائي، والعلاج الإشعاعي، والعلاجات الأخرى. ويصرح لو قائلًا: "تحمل هذه التقنية أملًا كبيرًا في تحقيق منافع للمرضى".

قصّ الكروموسوم

سيقوم فريق لو باستخراج الخلايا المناعية المعروفة باسم الخلايا التائية من دم المشاركين. وباستخدام تكنولوجيا كريسبر-كاس9 - التي تدمج دليلًا جزيئيًّا قادرًا على تحديد التسلسل الجيني النوعي على كروموسومٍ ما مع إنزيم يمكنه قَصّ الكروموسوم في تلك البقعة؛ لتعطيل جين معين في الخلايا.

تقوم الجينات المستهدَفة بتشفير بروتين يُسمى PD-1، يعمل عادةً ككابح لقدرة الخلايا على إطلاق استجابة مناعية. ومن ثم، تتم مضاعفة الخلايا محررة الجين في المختبر، وإعادة طرحها في مجرى دم المريض، حيث يأمل الفريق في أن تستهدف السرطان. وبالمثل، تنطوي التجربة الأمريكية المقترحة على تعطيل جين PD-1، لكنها تشتمل أيضًا على تعطيل جين ثان، وإدراج جين ثالث. في العام الماضي، صَدَّقت إدارة الغذاء والدواء الأمريكية FDA على علاجين، يقومان على الجسم المضاد الذي يعطل PD-1، وذلك لاستخدامهما في مكافحة سرطان الرئة.

ومن المتوقَّع أن يقوم التحرير الجيني بتثبيط PD-1 بدقة أكبر. ومن خلال مضاعفة الخلايا، يمكن أن يزيد العلماء من فرصة حدوث رد فعل مناعي ضد الأورام. ومن المعروف أنه يمكن لكريسبر-كاس9 أن يسفر عن تعديلات في المكان الخطأ في الجينوم، مع آثار ضارة محتمَلة.

ويقول اختصاصي الأورام، لي دنج ـ من مستشفى غرب الصين، والعضو في فريق لو ـ إن شركة «تشنجدو ميد جينسل» Chengdu MedGenCell - وهي شركة التكنولوجيا الحيوية في الصين، وواحدة من المشاركين في التجربة ـ ستقوم بالتحقق من صحة الخلايا؛ للتأكد من أنه تعطيل للجينات الصحيحة، قبل إعادة حقن المرضى بالخلايا مرة أخرى. ونظرًا إلى أن التقنية تستهدف الخلايا التائية ـ التي تشارك في أنواع مختلفة من الاستجابة المناعية ـ بطريقة غير محددة، يخشى تشان من إمكان أن يتسبب هذا النهج في استجابة المناعة الذاتية، بحيث تبدأ الخلايا التائية المنتشرة في الدم في مهاجمة القناة الهضمية، وغدد الأدرينالين، أو الأنسجة الطبيعية الأخرى. ويقترح ـ بدلًا من ذلك ـ أن يأخذ الفريق الخلايا التائية في موقع الورم، لأنها بالفعل تكون متخصصة في مهاجمة السرطان، لكن دينج يقول إن أورام سرطان الرئة المستهدَفة في تجربتهم ليست متاحة بسهولة. ويضيف قائلًا إن الفريق مطمئن لعلاجات الأجسام المضادة المصرح بها من قِبَل إدارة الغذاء والدواء الأمريكية، التي لم تُظْهِر معدلًا مرتفعًا لاستجابة المناعة الذاتية.

السلامة أولًا

تم تصميم المرحلة التجريبية الأولى لاختبار ما إذا كان الأسلوب آمِنًا في المقام الأول، أم لا. وسوف تختبر تأثير ثلاثة نظم مختلفة للجرعات على عشرة أشخاص. يقول دينج إن الفريق يخطط للمضي قدمًا ببطء، من خلال زيادة الجرعة تدريجيًّا، على أن يبدأوا بمريض واحد فقط، ستتم مراقبته عن كثب؛ لرصد أيّ آثار جانبية. وسيراقب الباحثون عن كثب أيضًا واسمات في الدم، مِن شأنها أن تشير إلى فعالية العلاج.

ويقول تيتسويا إيشي ـ المتخصص في أخلاقيات الطب الإحيائي في جامعة هوكايدو في سابورو في اليابان ـ إن الصين تتمتع بشهرة على قدرتها على التقدم السريع ـ وفي بعض الأحيان السريع جدًّا ـ فيما يتعلق بكريسبر. ويشير لو إلى أن أعضاء فريقه كانوا قادرين على التقدم بسرعة، لأنهم من ذوي الخبرة في التجارب الإكلينيكية لعلاج السرطان. واشتملت عملية المراجعة ـ التي استغرقت ستة أشهر ـ على اتصال وثيق مع مجلس المراجعة الداخلية في المستشفى «IRB»، ويقول: "كان هناك الكثير من الإقبال والإدبار". ويضيف قائلًا إن مصادقة معاهد الصحة الوطنية على تجربة كريسبر أخرى "عزَّزت ثقتنا وثقة مجلس المراجعة الداخلية في هذه الدراسة".

لا يستغرب جون مِن أنّ المجموعة الصينية قد وصلت إلى الصدارة، ويُرْجِع هذا إلى أن "الصين تُولِي أولوية عالية للبحوث الطبية الحيوية". ويلاحظ إيشي أن التجارب الإكلينيكية ستكون الأخيرة في سلسلة الأولويّات بالنسبة إلى الصين في مجال كريسبر، بما في ذلك الأجنة البشرية، والقرود الأولى المحرَّرة بتقنية كريسبر. ويقول: "تحتل الصين مكان الصدارة عندما يتعلق الأمر بتحرير الجين".

يقول لو متحفظًا: "آمُل أن نكون من الأوائل"، مضيفًا: "والأهم من ذلك.. آمُل أن نتمكّن من الحصول على بيانات إيجابية من التجربة". ■



فيزياء على عجلتين

قضى جيم بابادوبولوس عمرًا وهو يتأمل حركة الدرّاجات..
حتى اكتسب عمله ذات يوم زخمًا جديدًا.

بريندان بوريل

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ADAM GLANZMAN FOR NATURE

على جدار قبو جيم بابادوبولوس بمدينة بوسطن بولاية ماساتشوستس، تتكئ سبع دراجات؛ طلاؤها مخدوش، وإطاراتها فارغة من الهواء، وتكسو الهيكل المصنوع يدويًّا ـ الذي تَلَقَّاه كهدية بمناسبة زفافه ـ طبقة من التراب الناعم. يقول: «تخلصتُ من معظم الدراجات البحثية الخاصة بي عند انتقالي إلى السكن هنا، واحتفظتُ فقط بتلك التي تعني لي شيئًا خاصًّا. هذه هي الدراجات التي ركبتُها».

قضى بابادوبولوس ـ الذي يبلغ من العمر 62 عامًا ـ جزءًا كبيرًا من حياته مبهورًا بالدراجات فقط، دون غيرها. في مرحلة المراهقة، وأثناء دراسته الجامعية، كان يشارك في سباقات الهواة، إلا أن هوسه بها كان أعمق من ذلك. لم يكن ليركب أي دراجة، دون أن يتأمل الألغاز الرياضية التي تحويها؛ وفي خلده تدور بعض الأسئلة، أهمها: ما هي القوى غير المرئية التي تسمح للراكب بالحفاظ على توازنه أثناء وضع قدميه على الدواستين؟ ولماذا يتعين عليه في البداية توجيه المقود يمينًا كي يميل وينعطف يسارًا؟ وكيف توازن الدراجة نفسها عند دفعها من دون راكب؟

قام بابادوبولوس بدراسة هذه الأسئلة بشكل مكثف، حين كان مهندسًا شابًّا بجامعة كورنيل في إيثاكا بولاية نيويورك، لكنه أخفق في نشْر معظم أفكاره، وأخيرًا مضى به مساره المهني بعيدًا عن الوسط الأكاديمي. وبحلول أواخر التسعينات، كان قد بدأ العمل لدى شركة إنتاج آلات لصنع ورق المراحيض. يقول: «في النهاية، إذا لم يستفد أحدٌ بعملك، إذًا فهو عديم الجدوى».

وعندئذ، عثر شخصٌ ما على أعمال بابادوبولوس. في عام 2003، اتصل به صديقه القديم المهندس آندي روينا، الذي كان يتعاون معه أثناء وجوده في كورنيل؛ ليخبره أن عالِمًا من هولندا يُدعى أريند شواب قد أتى إلى مختبره لإعادة إحياء بحوث الفريق المتعلقة بثبات الدراجات.

حدثه روينا قائلًا: «يجب أن تكون معنا في هذا يا جيم».

العجلتان شيء جيد

مضى الباحثون معًا لفكّ رموز نقاش استمر لقرن من الزمن، حول ما يسمح لدرّاجة من دون راكب أن تُوَازِن نفسها. وقاموا بنشر عملهم في دوريتي «بروسيدنجز أوف ذا رويال سوسايتي» *Proceedings of the Royal Society*[1]، و«ساينس» *Science*[2]. دأب الفريق على إضافة مستوى جديد من العلوم في مجال صناعة الدراجات حول العالم، التي تقدَّر قيمتها بخمسين مليار دولار أمريكي، وهي صناعة اعتمدت على الحدس والخبرة، أكثر من اعتمادها على مبادئ الرياضيات الدقيقة. وبإمكان النتائج التي توصلوا إليها أن تحفز شيئًا من الابتكار الذي كانت الصناعة في حاجة ماسة إليه؛ ما قد يساعد المصممين على ابتكار جيل جديد من الدراجات التي تعمل بالبدالات وتلك الكهربائية، ذات ثبات أعلى وتتمتع بمستوى أعلى من الأمان. كما يمكن للرؤى الخاصة بالدراجات أن تنتقل إلى مجالات أخرى، كالأطراف الصناعية والروبوتات مثلًا.

يقول مونت هابرد، وهو مهندس يدرس ميكانيكا الآلات الرياضية في جامعة كاليفورنيا في ديفيس: «يعرف الجميع كيف يركبون الدرّاجة، لكنْ لا أحد يعرف الآليّة التي نركب بها الدرّاجات. ومن وجهة نظر معرفية بحتة.. فدراسة الدرّاجات أمر مثير للاهتمام، إلا أن لها أيضًا مضامين عملية، بفضل قدرتها على نقل الناس من مكان إلى آخر».

وبالنسبة إلى مهندس ميكانيكا تلك السلالة المتحجرة من المهندسين، التي تعتمد أعمالها على قوانين الحركة الثلاثة الخاصة بنيوتن، تتمتع الألغاز المتعلقة بالدراجات بجاذبية خاصة. يقول روينا: «ما زلنا كلنا عالقين في القرن التاسع عشر، حين لم يكن هناك فرق بين الرياضيات، والفيزياء، والهندسة». ويضيف قائلًا إنّ الدراجات هي بمثابة «مسألة رياضية، تَصادَف أنها تخص شيئًا يمكن رؤيته».

يعود تاريخ أولى براءات الاختراع التي مُنحت للدراجة الأولى المعروفة باسم «فيلوسيبيد»، التي تطورت منها الدراجات الحالية، إلى عام 1818. طُورت الدراجات عن طريق التجربة والخطأ، وبحلول أوائل القرن العشرين، أصبحت تبدو شبيهةً بما نراه اليوم، لكنّ أناسًا قليلين جدًّا هُم مَن فكروا في الكيفية التي تعمل بها، ولماذا. كان وليم رانكين ـ مهندس اسكتلندي سبق أن حلل المحرك البخاري ـ هو أول من علّق على ظاهرة «التوجيه المعاكس» في عام 1869، حيث لا يستطيع الراكب توجيه الدراجة نحو اليسار، إلا إذا وجّه المقود أولًا ـ ولبرهة وجيزة ـ نحو اليمين؛ ليسمح للدراجة أن تميل نحو اليسار.

تتمخض العلاقة بين الميل والتوجيه عن أشد سمات الدراجات غرابة: وهي كيفية حفاظها على التوازن أثناء انسيابها من تلقاء نفسها، دون راكب. فإذا قمتَ بدفع درّاجة بدون راكب؛ ستجدها تمضي مترنحة، لكنها في الغالب ستستعيد مسارها نحو الأمام بعد ذلك. في عام 1899، قام عالِم الرياضيات الإنجليزي فرانسيس ويبل باستنباط واحد من أبكر نماذجه الرياضية الخاصة بالدراجات، وأكثرها صمودًا، الذي يمكن استخدامه لاستكشاف هذا الثبات الذاتي. قام ويبل بإنشاء نموذج للدراجة، مكوَّن من أربعة أجسام متصلبة: عجلتين، وهيكل به راكب، وشوكة أمامية مع مقود؛ جميعها متصلة ببعضها بواسطة محورين ومفصل، ومتأثرة كلها بقوى الجاذبية.

«يَعرِف الناس كيف يركبون الدرّاجة، لكنْ لا أحد يعرف الآليّة التي نركب بها الدرّاجات».

وبإدخال قياسات دراجة معينة في النموذج؛ تم الكشف عن مسارها أثناء الحركة، من خلال رسم متحرك لإطار بعد إطار من الصور. وعندئذ، بإمكان أي مهندس استخدام تقنية «تحليل القيمة الذاتية»؛ لاستقصاء ثبات الدراجة، مثلما يتم في تصميم الطائرات. في عام 1910، واعتمادًا على مثل هذا التحليل، ركّز عالِمَا الرياضيات فيلكس كلاين، وفريتز نويتر ـ بالإضافة إلى عالِم الفيزياء النظرية أرنولد سومرفيلد ـ على دور التأثير الجيروسكوبي (وهو نزوع العجلة الدوارة إلى مقاومة الانحراف)، فإذا ما قمتَ بدفع الدراجة إلى اليسار؛ فسوف تنعطف العجلة الأمامية الدوّارة إلى اليسار؛ مما قد يحافظ على الدراجة في وضع منتصب.

وفي شهر إبريل من عام 1970، قام الكيميائي والكاتب في مجال العلوم الشعبية، ديفيد جونز، بتدمير هذه النظرية في مقال نُشر له بمجلة «فيزيكس توداي» *Physics Today*[3]، وصف فيه عملية ركوب سلسلة من الدراجات التي ـ نظريًّا ـ لا يمكن ركوبها. كانت إحدى الدراجات التي قام ببنائها جونز بها عجلة في الطرف الأمامي، تدور في اتجاه معاكس، ومن شأنها أن تلغي التأثير الجيروسكوبي بشكل فعلي، لكنه لم تكن لديه مشكلة في أن يركبها، دون إمساك المقود.

ومن ثم، دفعه هذا الاكتشاف إلى البحث عن قوة أخرى يمكن أن يكون لها دور هنا؛ فقام بمقارنة العجلة الأمامية في إحدى الدراجات بالعجلات الصغيرة الموجودة في عربة التسوق، أو عجلات الكاستر، التي تنعطف لتتبع اتجاه الحركة. فعجلة الدراجة الأمامية يمكنها أن تعمل بطريقة مماثلة لعجلات الكاستر، إذ إنّ النقطة التي تتماس عندها العجلة مع الأرض تقع نمطيًّا في مكان ما بين 5 سنتيمترات و10 سنتيمترات خلف محور التوجيه (انظر: «ما الذي يُبْقِي دراجة بدون راكب في وضع منتصب؟») - تُسمى هذه المسافة «الأثر». وقد اكتشف جونز أن الدراجة التي تتمتع بالكثير من الأثر، لديها ثبات عالٍ، حتى إنّ ركوبها لا يكون مريحًا، بينما الدراجة ذات الأثر سالب القيمة هي بمثابة فخ للموت، وستسقط مِن عليها بمجرد أن ترفع يديك من على المقود.

وقد استنبط أنه عندما تبدأ الدراجة في الانقلاب، يوجه تأثير عجلات الكاستر الطرف الأمامي، ويعيده ليصبح تحت الوزن الساقط، مما يُبْقِي الدراجة في وضع منتصب. وبالنسبة إلى جونز، كان أثر العجلات تلك هو بمثابة التفسير الوحيد للثبات الذاتي الذي تتمتع به الدراجات. وفي مذكراته التي نُشرت بعد ذلك بأربعين سنة، تَحَدَّث عن ملاحظته تلك باعتبارها واحدة من إنجازاته العظيمة، وأعلن قائلًا: «يشاد بي الآن باعتباري أبًا لنظرية الدراجات الحديثة».

زيادة السرعة

من شأن هذا المقال أن يترك انطباعًا عن جيم بابادوبولوس؛ الذي كان آنذاك مراهِقًا يعيش في مدينة كورفاليس بولاية أوريجون، وكان يتمتع بموهبة في الرياضيات، وسط حياة أسرية منهارة. كان أبوه مايكل ـ المتخصص في الرياضيات التطبيقية ـ قد قام بنقل زوجته وأطفاله الأربعة من إنجلترا إلى الولايات المتحدة قبل أكثر من عقد من حصوله على وظيفة في جامعة ولاية أوريجون، إلا أن مايكل بابادوبولوس حُرِم من الحصول على تثبيت وظيفي، بعد تظاهره احتجاجًا على حرب فيتنام. وانخرط في معركة قانونية امتدت إلى عقد من الزمن ضد الجامعة التي تركته عاطلًا عن العمل، ودفعت أسرته للبحث في صناديق القمامة عن الفتات. في أوائل السبعينات، أقدمت والدة جيم على الانتحار.. يقول عن تلك الفترة: «في اللحظة التي كنت قد بدأت فيها لِتَوِّي فتح عيني على العالم، ومعرفة ذاتي، كانت أسرتي تنهار».

ومن ثم، وجد عزاءه في ركوب الدراجات. كان يقود دراجته من طراز بيجو AO8 حول البلدة، ووصل طول شعره إلى كتفيه. تَوَقَّف عن حضور دروسه، وشهدت دَرَجَاته تراجعًا حادًّا. وفي السابعة عشرة من عمره ترك المدرسة، ورحل عن البيت، لكن قبل تخليه عن الدراسة، أعطاه أحد المعلمين مقال جونز.

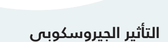
وجد بابادوبولوس المقال آسِرًا ومحيرًا في الوقت نفسه؛ وقال في نفسه: «يجب أن أتعلم هذه الأشياء». فقضى وقت فراغه في فصل الصيف في بيركلي بولاية كاليفورنيا في قراءة كتاب جورج أرفكين «طرق رياضية للفيزيائيين» *Mathematical Methods for Physicists*. ثم عمل بعد ذلك في مصنع للخشب الرقائقي في مدينة يوجين بولاية أوريجون، حيث استطاع مِن عمله جني ما

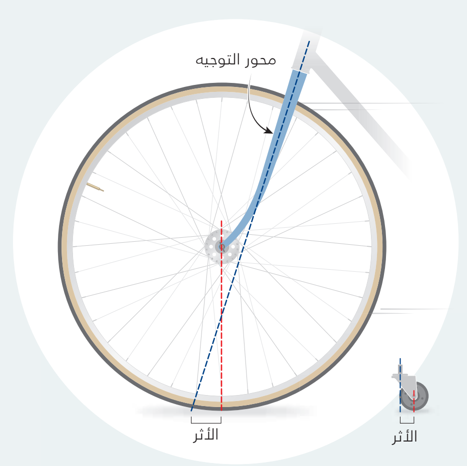
يرى جيم بابادوبولوس مستقبلًا تظهر فيه تصميمات دراجات جديدة تمامًا

ما الذي يُبْقِي دراجةً بدون راكب في وضع منتصب ؟

حاول العلماء الإجابة على هذا السؤال على مدار عقود من الزمن. كيف يمكن لدراجة من دون راكب السير إلى الأمام في وضع منتصب؟ فحتى حين تتلقى ضربة من الجنب، تقوم بتصحيح مسارها، وتستعيد ثباتها.



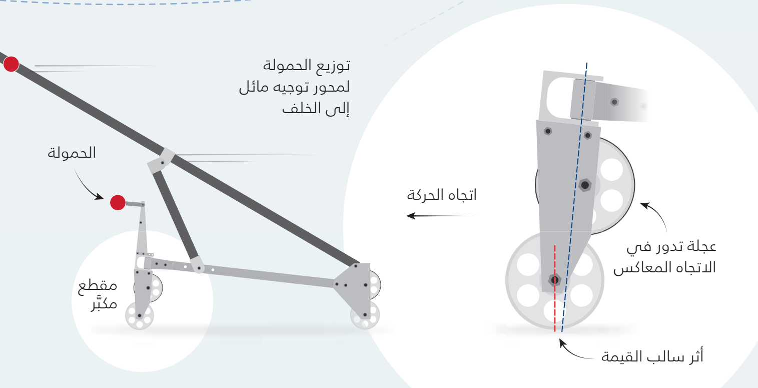


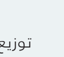


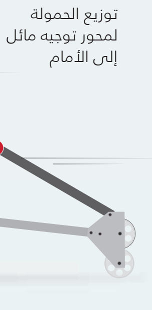
التأثير الجيروسكوبي
ستقاوم العجلة الدوارة السقوط، وستستخدم قوة الميل، كي تنعطف. يمكن لذلك مساعدة الدراجة على تصحيح وضْعها.

أثر عجلات الكاستر
محور توجيه العجلة الأمامية في الدراجة متقدم بدرجة طفيفة على النقطة التي تلمس عندها العجلة الأرض، مما يتمخض عن "أثر" يشبه أثر عجلات كرسي المكتب. وهذا يعني أن العجلة ستنعطف في الاتجاه الذي تسير فيه الدراجة (أو تسقط، حسب الحالة).

توزيع الحمولة
وجد الباحث المتخصص في الدراجات، جيم باباديوبولوس، نقصًا في هذه التفسيرات؛ فبالتوزيع الصحيح للحمولة، يمكن لدراجة ذات أثر سالب القيمة وعجلات تدور في الاتجاه المعاكس إزالة التأثير الجيروسكوبي، مع الاحتفاظ بالثبات الذاتي. وقد قام المتعاونون معه ببناء دراجة؛ لاختبار بعض هذه الأفكار[2].







JASIEK KRZYSZTOFIAK/NATURE

يكفي من المال لشراء دراجة من الطراز الأسطوري «شفين باراماونت» Schwinn Paramount، وكان يشارك بها في السباقات في عطلة نهاية الأسبوع. وفي عام 1973، عمل لدى صانع هياكل الدراجات هاري كوين في مدينة ليفربول بالمملكة المتحدة، إلا أن أداءه كان سيئًا جدًّا؛ فطلب منه كوين أن يرحل.

عاد باباديوبولوس إلى أوريجون بعد ذلك، ودَرَس في جامعة أوريجون لمدة عام، قبل أن يبدأ دراساته الجامعية في عام 1975 في مجال هندسة الميكانيكا في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج، حيث أدى أداءً جيدًا. ثم قامت شركة «إكسون» Exxon للنفط بدعمه أثناء دراسته للحصول على شهادة الدكتوراة في ميكانيكا التشقق. وكان المشرف عليه ـ مايكل كليري ـ متفائلًا حيال آفاقه الممتدة في المجال الأكاديمي. وصَرَّح لأحد الكتّاب من النشرة الداخلية لشركة «إكسون» قائلًا: «أعتقد أن جيم سيصبح أستاذًا جامعيًّا، وبالتأكيد نأمل أن يحقق ذلك هنا في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا»، إلا أن باباديوبولوس كان لديه فِكْر آخر. كان يدرس نموذج ويبل، ومقال جونز، وفي أحد مواسم الصيف، حصل على فرصة تدريب في هيئة المسح الجيولوجي الأمريكية في مينلو بارك بكاليفورنيا، حيث التقى بآندي روينا لأول مرة.

وسرعان ما صارا صديقين. حصل روينا على فرصة عمل في كورنيل، ثم قام باستقطاب باباديوبولوس إلى الدراسة ما بعد الدكتوراة. يقول روينا: «كنا نتحدث عن الدراجات طوال الوقت، لكنني لم أدرك أنه كان يرغب في القيام بعمل جاد حيالها».

أقنع باباديوبولوس روينا بأن شركات الدراجات ـ شأنها شأن شركات النفط ـ قد تهتم بدعم البحوث الأكاديمية. لذا.. شرع في جمع الأموال، من خلال تَوَاصُله مع صانعي الدراجات؛ إذ عرض عليهم أنه في نظير 5 آلاف دولار، بإمكانهم أن يصبحوا رعاة لمشروع كورنيل لبحوث الدراجات. وهو مجهود طموح، من شأنه أن يقوم باستقصاء كل شيء حول الدراجات، بداية من قوة العجلات، حتى إخفاق المكابح عند هطْل الأمطار.

كان هدف باباديوبولوس الأول أن يفهم أخيرًا ما يجعل دراجة معينة أكثر ثباتًا عن أخرى. جلس في مكتبه، ومَحَّص 30 منشورًا بها محاولات لكتابة المعادلات الخاصة بحركة الدراجات؛ وانتابه الفزع حيال «تَدَنِّي المستوى العلمي» الذي وجده فيها، كما يقول. كانت تلك المعادلات هي الخطوة الأولى نحو الربط بين البنية الهندسية لهيكل الدراجة، وكيفية انقيادها، إلا أن كل نموذج جديد أشار ـ بشكل طفيف ـ إلى الأعمال السابقة، والبعض لم يُشِر إلى أيٍّ منها. وكان الكثير من تلك المعادلات محفوفًا بالأخطاء التي تصعب مقارنتها؛ مما اقتضى منه أن يبدأ من الصفر.

بعد سنة من العمل، صار بين يديه ما يعتقد أنه مجموعة قطعية من المعادلات، التي حان الوقت لأن تقدِّم له الإجابات. يقول: «كنت أجلس لساعات محدِّقًا في المعادلات، محاولًا اكتشاف مضمونها».

في البداية أعاد كتابة معادلات الدراجة من منظور أثر عجلات الكاستر؛ وهو المتغير الحاسم الذي أيَّده جونز. كان يتوقع أن يجد أنه إذا كان الأثر سالب القيمة؛ فلن تكون الدراجة ثابتة، إلا أن حساباته أشارت إلى عكس ذلك. في تقرير أعَدَّه في ذلك الحين، قام برسم صورة تخطيطية لدراجة غريبة تحتوي على ثقل بارز من مقدمة المقود. كتب يقول: «يمكن لكتلة أمامية أن تكون كافية لتعويض الأثر السالب الطفيف». وبدا أنه لا يوجد متغير أحادي يمكنه تفسير الثبات الذاتي.

بَيَّنَ هذا الاكتشاف أنه لا توجد قاعدة عامة بسيطة تضمن أن إحدى الدراجات سهلة الركوب. قد يكون الأثر مفيدًا، وكذلك التأثيرات الجيروسكوبية، ومركز الكتلة. وبالنسبة إلى باباديوبولوس، فقد كشف ذلك عن الكثير. عثر صانعو هياكل الدراجات الأوائل على تصميم معين، بدا أنه لا بأس به. ومن حينها، وهم يدورون في حلقات مفرغة في هذا النطاق من عالم الدراجات، بينما ظلت هناك بِنَى هندسية غير مختبرة، يمكنها أن تُحدِث تحولًا في تصميمات الدراجات.

الانهيار

بعد عامين، لم يعد بمقدور روينا أن يستمر في دعم باباديوبولوس. وإلى جانب شركة «موراي» Murray لصناعة الدراجات، لم يحصلا من هذا القطاع الصناعي على أي تبرعات سوى من شركتي «داهون» Dahon، و«مولتون» Moulton، اللتين تصنِّعان دراجات بعجلات الكاستر. وربما

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

يعود السبب في ذلك إلى أن التصميمات غير التقليدية لهذه الدراجات قد تجعل ركوبها أمرًا صعبًا. وحيال ذلك، قال روينا مازحًا بسخرية إنه ينبغي عليه أن يغيِّر الاسم إلى «مشروع بحوث الدراجات المطويَّة».

وعلى الرغم من أن بابادوبولوس كان يحرز تقدمًا في رياضيات الدراجات، إلا أن مقالًا واحدًا ذا صلة نُشر باسمه كمؤلف رئيس[4]. يقول بابادوبولوس: «أجد متعة أكبر بكثير في اكتشاف كل جديد، والكشف عن التفاصيل، لكن كتابة كل ذلك هي بالطبع شيء ممل». ومن دون أموال أو منشورات، انتهى عمله في مجال بحوث الدراجات. وفي عام 1989، وضع دراجاته في شاحنة، وانطلق بها غربًا إلى ولاية إيلينوي، حيث كانت زوجته تعمل في ذلك الوقت. وهناك، شغل وظيفة بعد أخرى في مجالي التدريس، والصناعة، لكنه كرهها كلها. في وقت فراغه، كان يدير قائمة البريد الإلكتروني التي تحمل اسم «هاردكور بايسيكل ساينس»، التي أسَّسها لعشاق علوم الدراجات. كما ساعد في بناء سيارة يمكن وضعها في بضع حقائب سفر، وذلك لصالح البرنامج التلفزيوني الواقعي «جنك يارد وورز» Junkyard Wars.

في عام 2001، قام ديفيد ويلسون ـ مهندس في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، ومخترع واحدة من أوائل الدراجات المنبطحة الحديثة ـ بدعوة بابادوبولوس للمشاركة في تأليف الإصدار الثالث من كتاب «بايسايكلينج ساينس» *Bicycling Science*. كان بابادوبولوس حينها غارقًا في الديون، ومثقلًا بالمسؤوليات؛ فلم يستطع إرسال الفصل الأول إلى ويلسون، ثم توقَّف تمامًا عن الرد على الرسائل الإلكترونية. شعر ويلسون بالخيانة.. وقال عنه: «هو رجل بارع فعلًا، لكن دائمًا ما كان يواجه مشكلات في إتمام أي شيء». وردًّا على ذلك.. يقول بابادوبولوس إنه أكمل العمل بالفعل، لكنه استغرق عامين أكثر مما كان مفترَض له، وهو ما يرجع ـ جزئيًّا ـ إلى مروره بطلاق مُجْهِد.

العودة إلى الدرّاجات

مضى روينا في طريقه في كورنيل، وبدأ في تطبيق الرؤى الثاقبة التي توصَّل إليها الفريق على مجال جديد (مجال الروبوتات). جال بفكره أنه إذا كان بإمكان الدراجات إظهار هذا القدر الرائع من الثبات، بدون نظام تحكُّم، فقد يكون من الممكن تصميم آلة متحركة مبسَّطة تحقِّق الشيء ذاته. وفي عام 1998، عمل روينا مع مارتين فيسيه ـ وهو طالب دراسات عليا، تحت رعاية شواب، في جامعة دلفت للتكنولوجيا في هولندا ـ لبناء آلة بدوّاسة ثنائية، يمكنها السير على منحدر طفيف من دون محرك؛ إذ تقوم بتخزين الطاقة في ذراعيها المتأرجحتين. وبإضافة بعض المحركات الكهربائية، تم إنشاء روبوت يستهلك الطاقة بكفاءة، ويمكنه السير على أرض مستوية.

وفي عام 2002، قرر شواب قضاء إجازة يوم السبت مع روينا، وأخذ الاثنان يناقشان الأعمال القديمة الخاصة بالدراجات. وعندها، اتصل روينا ببابادوبولوس ليدعوه للمجيء، وتكفَّل بمصاريف الزيارة. يقول شواب: «كان ذلك هو لقائي الأول مع هذا العبقري».

في ظل انتشار استخدام الدرّاجات حاليًا أكثر من أي وقت مضى، وجد شواب أنه من غير المعقول أن أحدًا لم ينشر المجموعة الصحيحة من معادلات الدرّاجات بعد، ولم يطبِّقها أحد على تحديات التصميم. وفي غضون سنة، كان كلٌّ من شواب، وياب ميارد ـ وهو الآن مهندس في جامعة توينتي في هولندا ـ قد استنبطا معادلاتهما الخاصة بشكل مستقل، ووجدا توافقًا تامًّا مع معادلات بابادوبولوس. ومن ثم، قدَّمَا مجموعة قطعية من المعادلات الخاصة بالدراجات في مؤتمر للهندسة في كوريا الجنوبية، وقام المتعاونون الأربعة بنشرها في بحث مشترك[1].

وفي تلك اللحظة، أصبح التحدي هو إثبات أن الأمر كان يفوق كونه مجرد اكتشاف رياضي. قضى شواب وأحد طلابه سنة كاملة في بناء درّاجة يمكنها الحفاظ على ثباتها بشكل ذاتي، ويكون لها أثر صغير جدًّا سالب القيمة. كانت الدراجة، التي بدت وكأنها نتاج مزج بين سكوتر من طراز «ريزور»، وأرجوحة، بها ثقل بارز أمام العجلة الأمامية، وعجلة تدور في الاتجاه المعاكس لإلغاء التأثيرات الجيروسكوبية. في مقطع فيديو لها أثناء السير، يمكنك أن تراها تميل وتنحرف إلى اليمين، لكنها تستعيد توازنها بعد ذلك من تلقاء نفسها[2]. وبذلك أثبتت التجربة أن بابادوبولوس كان محقًّا بشأن التفاعل المعقد بين العوامل المختلفة التي تجعل الدراجة ثابتة، أو غير ثابتة.

ومع ذلك.. وبعد الانتظار لثلاثة عقود لكي تصل اكتشافاته إلى نطاق أوسع من الجمهور، شعر بابادوبولوس بالإحباط. يقول: «لم يغيِّر الأمر كل شيء على النحو الذي كنا نتصور»، فهياكل الدراجات هذا العام تشبه كثيرًا هياكل العام الماضي. ويضيف: «ما زال الجميع يقبعون داخل الصندوق»، إلا أنه منذ ذلك الحين انجذب باحثون آخرون إلى فلك المجموعة، مما تمخَّض عن زخم كاف لتدشين مؤتمر «ديناميكا الدراجات الهوائية والبخارية» في عام 2010. حضر هذا المؤتمر الكثيرون من هواة التجارب من كل أنحاء العالم، بعضهم كان قد بَنَى دراجات تجريبية غريبة لاختبار مبادئ تصميمية مختلفة.

«عندما تكون لديك درّاجة آليّة؛ يمكنك القيام بالكثير من التجارب المجنونة».

وسعى أحد منظمي مؤتمر هذا العام ـ وهو المهندس جيسون مور من جامعة كاليفورنيا في ديفيس ـ إلى البحث في الصلة بين البنية الهندسية لهيكل الدراجات، ومقياس التحكم الموضوعي، أي سهولة التحكم فيها[5]. استُلهم العمل من بحوث عسكرية مكثفة أُقيمت على الطيارين. وأنشأ مور نموذجًا للتحكم البشري من خلال إجراء عدة مناورات بدراجات مزوَّدة بمستشعرات تقوم برصد التوجيه والميل والسرعة. وكي يجبر نفسه على التوازن والركوب باستخدام حركات التوجيه وحدها (بدلًا من تبديل ثقل وزنه عليها)، اضطر إلى ارتداء أحزمة صلبة، قَيَّدَت نصفه العلوي بالدراجة. ومن ثم، أكدت التجربة الافتراض القائم منذ زمن طويل بأن الدراجات الأكثر ثباتًا أفضل تحكُّمًا، كما أنها تعطي صناع هياكل الدراجات أداة للوصول إلى التصميمات الأمثل.

كما طرحت التجربة لغزًا محيرًا، إذ بلغ عزم التوجيه المطلوب ضعفي أو ثلاثة أضعاف العزم الذي تنبأ به نموذج الدراجات «ويبل» Whipple[6]. وربما نتج ذلك عن احتكاك وتمدُّد الإطارات التي هي ليست جزءًا من النظام، لكن لا أحد يعرف على وجه اليقين إذا كان ذلك صحيحًا. ولمزيد من الاختبارات، قام مور وزملاؤه ببناء دراجة آلية يمكنها موازنة نفسها. ويقول: «عندما تكون لديك دراجة آلية؛ يمكنك القيام بالكثير من التجارب المجنونة، من دون تعريض بشر لخطر». وفي إحدى تجاربه التشغيلية الأولى، كانت استعادة التوازن بعد تَلَقِّي ضربة جانبية من عصا خشبية. وعلى عكس الكثير من الدراجات الآلية الأخرى، لا تستخدم هذه الدراجة أجهزة جيروسكوب داخلية لتبقى في وضع منتصب، بل تعتمد فقط على التوجيه. وقد قام مور بشحنها إلى شواب؛ لإتمام مزيد من الدراسات عليها.

يملك شواب اليوم مختبرًا، كالذي طالما حلم به بابادوبولوس، ويسعد الأخير بالتعاون معه. يقول: «إنه أجمل شيء يمكن أن تتصوره». كما تشمل مشروعات شواب الأخرى دراجات من النوع الذي يتم توجيهه بسلك، ويسمح له بفصل الحركات التوجيهية عن حركات التوازن، بالإضافة إلى نوع آخر من الدراجات التي تساعد في التوجيه، إذ تستطيع الحفاظ على توازنها عند سرعات منخفضة. كما حدد أيضًا نوع من الدراجات المنبطحة التي يتم توجيهها من الخلف، وتُظْهِر ثباتًا ذاتيًّا؛ ما يعود سببه جزئيًّا إلى عجلة أمامية مكبّرة تعزز التأثيرات الجيروسكوبية. وكانت أهم ميزة في هذا النوع من الدراجات أن لها جنزيرًا أقصر من الدراجات المنبطحة المعروفة؛ ما ينبغي أن يؤدي إلى نقلٍ أفضل للطاقة. يقول شواب: «حاول بعض الناس بناء هذه الدراجات من قبل، لكنها لم تكن صالحة للركوب».

يحاول بابادوبولوس ـ الذي يعمل الآن بالتدريس في جامعة نورث إيسترن في بوسطن ـ أن يعتاد مرة أخرى على البيئة الأكاديمية، فهو يعمل حاليًّا على إنشاء أوجه تعاون، إلى جانب اختبار الأفكار القديمة الخاملة منذ زمن، المتعلقة بالأسباب التي تجعل بعض الدراجات تتأرجح عند السرعات العالية[7]. وهو يؤمن أنه يستطيع منْع هذا التأرجح باستخدام ممتصّ صدمات؛ لامتصاص الذبذبات في عصا المقعد. ومع زملائه الجدد وطلابه، بدأ يتفرع الآن نحو أنواع أخرى من الأسئلة، لا تتصل كلها بالدراجات.

في قبو منزله، يفتح بابادوبولوس درج خزانة ملفات، ويبدأ البحث في الملفات المتجعدة، التي تحمل عناوين مثل «ضغط الإطارات»، و«الميكانيكا الحيوية»، و«كورنيل». يُخْرِج أحد الكتب: «فسيولوجيا الرياضة؟ لم يعجبني هذا الكتاب بالمرة»، ويُلْقِي به جانبًا. في آخر الدرج، يجد مجلدًا سميكًا يضم أفكارًا بحثية عن الدراجات، كُتب عليه «غير مكتمِل». يتأمله لبرهة، ثم يصحح العبارة إلى «غير مكتمِل في أغلبه». ■

بريندان بوريل صحفي يعيش في مدينة نيويورك.

1. Meijaard, J. P., Papadopoulos, J. M., Ruina, A. & Schwab, A. L. *Proc. R. Soc. A* **463,** 1955–1982 (2007).
2. Kooijman, J. D., G. Meijaard, J. P., Papadopoulos, J. M., Ruina, A. & Schwab, A. L. *Science* **332,** 339–342 (2011).
3. Jones, D. E. H. *Phys. Today* **23**(4), 34–40 (1970).
4. Papadopoulos, J. in *Biomechanics in Sport: A 1987 Update* (eds Rekow, R., Thacker, V. G. & Erdman, A. G.) 83–92 (Am. Soc. Mech. Eng., 1987).
5. Hess, R., Moore, J. K. & Hubbard, M. *IEEE Trans. Syst. Man Cy. A* **42,** 545–557 (2012).
6. Schwab, A. L., de Lange, P. D. L., Happee, R. & Moore, J. K. *Proc. Inst. Mech. Eng. K* **227,** 390–406 (2013).
7. Magnani, G., Ceriani, N. M. & Papadopoulos, J. *2013 IEEE Internatl Conf. Mechatronics* 400–405 (2013).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



DEAGOSTINI/GETTY

القارة المنسيَّة

الاكتشافات الأحفورية في الصين تتحدى الأفكار الخاصة بتطور الإنسان الحديث، وأقرب أقربائنا.

على أطراف العاصمة الصينية بكين، يقع جبل صغير من الحجر الجيري، يُسمى «تل عظام التنين» Dragon Bone Hill، ويشرف على الحيز العمراني الممتد في محيطه. ويؤدي أحد الممرات ـ الواقع على طول الجانب الشمالي منه ـ إلى مجموعة من الكهوف المسوَّرة، التي تجذب 150 ألف زائر سنويًّا، من طلاب المدارس إلى المتقاعدين من أصحاب الشَّعْر الأشيب. كان ذلك هو المكان الذي اكتشف فيه الباحثون في عام 1929 جمجمة شبه مكتملة، موغلة في القِدَم، أُطلق عليها اسم «إنسان بكين»، وقَدَّروا عمرها بنصف مليون سنة تقريبًا، لتكون بذلك واحدة من أقدم الرفات البشرية المكتشَفة على الإطلاق. وقد ساعدت الجمجمة في إقناع كثير من الباحثين بأن البشرية نشأت أولًا في آسيا.

منذ ذلك الحين، تلاشت الأهمية المحورية لإنسان بكين. وعلى الرغم من أن الوسائل الحديثة المستخدَمة في قياس العمر قد نسبت الحفرية إلى فترة زمنية أقدم، تصل إلى 780 ألف سنة، إلا أن تلك العينة قد توارت وراء اكتشافات في أفريقيا أسفرت عن العثور على رفات لأقارب البشر القدماء، تعود إلى حقب أقدم بكثير. وقد دعَّمت تلك الاكتشافات من مكانة أفريقيا، بوصفها مهد البشرية، أي المكان الذي خرج منه البشر المحدثون وأسلافهم، وانتشروا في أرجاء المعمورة،

جين كيو

كما أسهمت الاكتشافات ذاتها في إقصاء آسيا إلى مكان أشبه بطريق تطوُّري مسدود، ولكن قصة إنسان بكين ظلت تطارد أجيالًا عديدة من الباحثين الصينيين، الذين ناضلوا لفَهْم علاقته بالبشر المحدثين. يقول وو شينجي، عالِم الإحاثة بمعهد الحفريات الفقارية ومستحاثات البشر التابع للأكاديمية الصينية للعلوم في بكين IVPP: "إنها قصة بلا نهاية"، إذ تؤرق الباحثين تساؤلات بشأن ما إذا كان نسل إنسان بكين ورفقائه المنحدرين من نوع الإنسان المنتصب (*Homo erectus*) قد تلاشى وانقرض، أم أنه قد تطوَّر إلى نوع أحدث، وما إذا كان ذلك النسل قد أسهَم في تشكيل الحوض الجيني الخاص بالشعب الصيني الحديث، أم لا.

وحرصًا من الصين على استكشاف جذور شعبها، قامت في العقد الماضي بتسريع جهودها؛ للكشف عن أدلة حول وجود البشر الأوائل عبر أنحاء البلاد. كما تقوم حاليًّا بإعادة تحليل المكتشَفات الأحفورية القديمة، وتخصيص عشرات الملايين من الدولارات سنويًّا لأعمال التنقيب والحفر. وتقوم الحكومة الصينية حاليًّا بإنشاء مختبر بتكلفة 1.1 مليون دولار أمريكي في معهد الحفريات الفقارية ومستحاثات البشر، مخصَّص للعمل على استخلاص الحمض النووي القديم DNA، وتحديد تسلسله الجيني.

يتزامن هذا الاستثمار مع بدء علماء مستحاثات أسلاف البشر في شتى أنحاء العالم في إيلاء مزيد من الاهتمام للحفريات الآسيوية، ودراسة مدى ارتباطها بأشباه البشر الأوائل (*hominins*)، وهي مخلوقات أوثق ارتباطًا بالبشر منها بحيوانات الشمبانزي. وقد أوضحت المكتشَفات التي تم العثور عليها في الصين وأنحاء أخرى من آسيا أنّ تشكيلة مدهشة من الأنواع البشرية كانت في وقت من الأوقات تجوب القارة، متحديةً الأفكار التقليدية بشأن التاريخ التطوري للبشرية.

يقول وو: "يميل علماء غربيون كثيرون إلى رؤية الحفريات والقِطَع الأثرية الآسيوية من منظور ما كان يحدث في أفريقيا وأوروبا"، ويضيف قائلًا إنّ هاتين القارتين الأخريين قد جَذَبَتَا المزيد من الانتباه عبر التاريخ في دراسات التطور البشري، نظرًا إلى قِدَم الاكتشافات الحفرية التي عُثر عليها هناك، ولقربهما من مؤسسات الأبحاث الكبرى في مجال علم مستحاثات البشر، "ولكن من الواضح بشكل متزايد أن الكثير من المكتشَفات الآسيوية لا يمكن أن تتلاءم مع السرد التقليدي لقصة تطوُّر البشرية".

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

جمجمة إنسان بكين، المُعاد تركيبها؛ الحفرية التي أثارت نقاشات عمّا إذا كان أصل الإنسان يعود إلى الصين، أم إلى مكان آخر.

يتفق كريس سترِنجر – عالِم مستحاثات أسلاف البشر بمتحف التاريخ الطبيعي في لندن – مع هذا الرأي، ويقول: "كانت القارة الآسيوية – وما زالت – قارة منسية، ولطالما تم التقليل من الدور الذي لعبَتْه في تطوُّر البشرية".

قصة تطوُّر

تبدأ قصة الإنسان العاقل (*Homo sapiens*) بصيغتها المعتادة من أفريقيا، وتختلف التفاصيل الدقيقة من رواية إلى أخرى، ولكن تظل الشخصيات والأحداث الرئيسة بشكل عام كما هي، ويظل العنوان دائمًا واحدًا: "الخروج من أفريقيا". ويَرِد في هذه الرؤية التقليدية لتطور الإنسان أن الإنسان المنتصب قد نشأ للمرة الأولى في أفريقيا منذ أكثر من مليوني عام. (انظر: «مساران لتطور البشر»)، ثم حدث في وقت ما، منذ ما يزيد على 600 ألف سنة، أنْ نشأ نوع جديد يُعرف باسم «إنسان هايدلبرج» *Homo heidelbergensis* الذي عُثر على أقدم بقاياه في إثيوبيا. ومنذ حوالي 400 ألف سنة، غادر بعض أفراد إنسان هايدلبرج أفريقيا وانقسموا إلى فرعين: اتجه الفرع الأول إلى الشرق الأوسط وأوروبا، حيث تطوَّر أفراده إلى إنسان النياندرتال (*Neanderthals*)، بينما يَمَّمَ الفرع الثاني نحو الشرق، حيث تطوَّر أفراده إلى إنسان دينيسوفان (*Denisovans*)، وهي مجموعة اكتُشفت للمرة الأولى في سيبيريا في عام 2010. أما البقية الباقية من أفراد إنسان هايدلبرج في أفريقيا، فقد تطوروا في نهاية الأمر منذ ما يقرب من 200 ألف سنة إلى «الإنسان العاقل» *H. sapiens* الذي نعرفه حاليًّا، ثم ما لبث هؤلاء البشر الأوائل أن قاموا بتوسيع مداهم إلى أوراسيا منذ 60 ألف سنة، حيث حلوا محلّ أشباه البشر الأوائل المحليين، مع حدوث قدر ضئيل من التزاوج بين النوعين.

مِن بين السمات المميِّزة لإنسان هايدلبرج – الجد المشترك المحتمَل لإنسان النياندرتال، وإنسان دينيسوفا، والإنسان الحديث – أن أفراده يمتلكون مزيجًا من الملامح البدائية والحديثة. ومثل غيره من السلالات الأقدم، فإن إنسان هايدلبرج يمتلك جبهة عريضة، وليس لديه ذقن، ولكنه يشبه الإنسان العاقل بأسنانه الأصغر، وجمجمته الأكبر حجمًا. ويرى معظم الباحثين أن إنسان هايدلبرج – أو ما يشبهه – شكل انتقالي بين الإنسان منتصب القامة، والإنسان العاقل.

وللأسف، تتميز الأدلة الأحفورية لتلك الفترة التي تمثل فجر الجنس البشري بشُحِّها، وكذلك بغموضها في أغلب الأحيان. فتلك الفترة هي الحلقة الأكثر غموضًا في تاريخ تطوُّر البشرية، حسب ما يقول راسل سيوشون، عالِم مستحاثات البشر بجامعة أيوا في مدينة أيوا، ويضيف: «ولكن لتلك الفترة أهمية محورية في فهْمنا للأصول البعيدة للبشرية".

وازدادت القصة غموضًا مع تحليل الحفريات الصينية على مدار العقود الأربعة الماضية، حيث ألقت ظلالًا من الشك بشأن التطور الخطي من الإنسان منتصب القامة الأفريقي إلى الإنسان الحديث. تبيِّن تلك الحفريات أنه في الفترة ما بين 900 ألف و125 ألف سنة تقريبًا، كان شرق آسيا يعجّ بأشباه بشر «هومينين» يتمتعون بملامح يمكن أن تضعهم في مكانة وسط بين الإنسان المنتصب، والإنسان العاقل، حسب ما يقول وو.

يقول سيوشون: "تُعَدّ هذه الحفريات لغزًا كبيرًا، فهي تمثل بوضوح أنواعًا أكثر تطورًا من الإنسان المنتصب، ولكن لا يعرف أحد ماهية تلك المخلوقات، لأنه لا يبدو أنها تتماشى مع أيّ تصنيفات نعرفها".

وقد دفعت الخصائصُ الانتقالية لتلك الحفريات الباحثين – مثل سترِنجر – إلى إلحاقها بإنسان هايدلبرج. ولأنّ الحفرية الأقدم بين هذه الأشكال – التي كانت بمثابة جمجمتين، تم العثور عليهما في يون شيان بمقاطعة هوبي، يعود تاريخهما إلى 900 ألف سنة[1,2] – فإن سترِنجر يفترض أن إنسان هايدلبرج ربما يكون قد نشأ في آسيا، ثم انتشر إلى القارات الأخرى.

ويزعم كثيرٌ من الباحثين – ومنهم معظم علماء الحفريات الصينيين – أن الحفريات التي عُثر عليها في الصين تختلف عن حفريات إنسان هايدلبرج التي جاءت من أوروبا وأفريقيا، بالرغم من بعض أوجه الشبه الواضحة. فهناك جمجمة شبه مكتملة، عُثر عليها في دالي بمقاطعة شانشي، يعود تاريخها إلى 250 ألف سنة، وتتميز بأن لديها قِحفًا أكبر، ووجهًا أقصر وعظام وَجْنَة أكثر انخفاضًا، مقارنةً بمعظم عيِّنات إنسان هايدلبرج[3]، مما يشير إلى أن ذلك النوع كان أكثر تطورًا.

وقد ظلت مثل هذه الأشكال الانتقالية في الصين لمئات الآلاف من السنين، حتى ظهرت أنواع تحمل من الصفات الحديثة ما دفع بعض الباحثين إلى إلحاقها بالإنسان العاقل. ومن بين أحدث تلك الأنواع: نوع تدل عليه سِنّتان، وعظام فك سفلي يعود تاريخها إلى ما يقرب من 100 ألف سنة، وتم الكشف عنها في عام 2007 بواسطة عالِم مستحاثات أسلاف البشر بـ«معهد الحفريات الفقارية ومستحاثات البشر»، ليو وو وزملائه[4]. تم العثور على الفك في جيرندونج، أحد الكهوف بمقاطعة جوانجشي، ويتميز بمظهر كلاسيكي يشبه الإنسان الحديث، ولكنه يحتفظ ببعض الملامح القديمة لإنسان بكين، مثل البنيان الأشد صلابةً، والذقن الأقل بروزًا.

ويعتقد معظم علماء الإحاثة الصينيين، وبعض مؤيديهم المتحمسين من الغربيين، أن الحفريات الانتقالية دليل على أن إنسان بكين هو الجدّ الأقدم للشعوب الآسيوية الحديثة. وفي هذا النموذج، الذي يُعرف بـ«التعددية الإقليمية» multiregionalism، أو الاستمرارية المصحوبة بالتهجين، نجد أن أشباه البشر المنحدرين من الإنسان المنتصب في آسيا قد تزاوجوا واختلطوا بالجماعات القادمة من أفريقيا ومن أجزاء أخرى من أوراسيا، ونشأت من ذريتهم أسلاف شعوب شرق آسيا الحديثة، كما يقول وو.

وتدعم هذه الفكرة أيضًا القِطَع الأثرية المكتشَفة في الصين. ففي أوروبا وأفريقيا تغيَّرت الأدوات الحجرية بشكل ملحوظ بمرور الوقت، ولكن أشباه البشر في الصين استخدموا الأدوات الحجرية البسيطة نفسها في الفترة ما بين 1.7 مليون سنة، حتى 10 آلاف سنة مضت تقريبًا. ووفقًا لقول جاو زينج، عالِم الآثار بمعهد الحفريات الفقارية ومستحاثات البشر، فإن ذلك يشير إلى أن أشباه البشر المحليين قد تطوروا بشكل مستمر بتأثير بسيط من مجموعات خارجية من السكان.

هل للسياسة دور؟

يرى بعض الباحثين الغربيين أن ثمة ما يدل على دعم النزعة القومية لدى علماء الحفريات الصينيين لفكرة الاستمرارية. يقول أحد الباحثين: "الصينيون لا يقبلون بفكرة أن الإنسان العاقل قد تطوَّر في أفريقيا. إنهم يريدون إرجاع أصل كل شيء إلى الصين".

يرفض الباحثون الصينيون من جانبهم مثل تلك الاتهامات. يقول وو: "ليس للأمر علاقة بالنزعة القومية. الأمر كله يتعلق بالأدلة، التي تتمثل في الحفريات الانتقالية والقطع الأثرية. كل شيء يشير إلى استمرارية التطور في الصين من الإنسان المنتصب إلى الإنسان الحديث".

ونموذج الاستمرارية المصحوبة بالتهجين تقابِله البيانات الجينية الكاسحة التي تشير إلى أفريقيا، بوصفها منبع البشر المُحْدَثِين. تبيِّن دراسات أُجريت على المجموعات السكانية الصينية أن 97,4% من التكوين الجيني لتلك المجموعات يعود إلى أسلاف البشر المحدثين من أفريقيا، في حين تأتي البقية الباقية من أشكال منقرضة، مثل إنسان النياندرتال، وإنسان دينيسوفا[5]. يقول لي هوي، عالِم الوراثة السكانية بجامعة فودان في شنجهاي: "لو كانت هناك إسهامات ذات قيمة من الإنسان المنتصب الصيني؛ لكانت قد ظهرت في البيانات الوراثية". ويرد وو على ذلك الرأي بقوله إن الإسهام الجيني من أشباه البشر القدماء (*archaic hominins*) في الصين مِن الممكن أن يكون قد فُقِد، لأنه لم يتم استخلاص أي حمض نووي منها بعد.

«قصة التطور في آسيا أكثر إثارةً بكثير مما حسبه الناس من قبل».

يقول كثيرٌ من الباحثين إن هناك طرقًا أخرى لتفسير الحفريات الآسيوية، بدون اللجوء إلى مبدأ الاستمرارية المصحوبة بالتهجين. على سبيل المثال.. يمكن اعتبار أشباه البشر – الذين تم اكتشافهم في كهف جيرندونج – دليلًا على هجرة جماعية كبيرة، قام بها البشر المحدثون الأوائل من أفريقيا، فيما بين 120 ألف، و80 ألف سنة مضت. وبدلًا من البقاء في بلاد الشام في الشرق الأوسط – كما كان يُعتقد سابقًا – كان بإمكان هؤلاء البشر الانتشار إلى شرق آسيا، حسبما يقول مايكل بتراجليا، عالِم الآثار في جامعة أكسفورد بالمملكة المتحدة.

وهناك أدلة أخرى تدعم هذه الفرضية، فقد أسفرت أعمال التنقيب في أحد الكهوف في داوشيان بمقاطعة خونان الصينية، عن العثور على 47 من الأسنان الأحفورية التي تبدو شديدة الحداثة، لدرجة أنها يمكن أن تكون قد جاءت من أفواه أشخاص معاصرين، ولكنها حفريات يبلغ عمرها 80 ألف سنة على الأقل، بل ربما يصل عمرها إلى 120 ألف سنة، وفقًا لتقرير أصدره ليو وزملاؤه في العام الماضي[6]. يقول بتراجليا: «ربما يكون هؤلاء المهاجرون الأوائل قد تزاوجوا مع مجموعات سكانية قديمة، على امتداد خط سير هجرتهم، أو في آسيا، وهو الأمر الذي يمكن أن يفسِّر السمات البدائية للبشر الذين عُثر عليهم في تشيندونج».

وهناك احتمال آخر، يتمثل في أن تكون هناك حفريات صينية – بما فيها جمجمة دالي – ما هي إلا إنسان دينيسوفان الغامض، وهو النوع الذي تم التعرف عليه من خلال الحفريات التي عُثر عليها في سيبيريا، والتي يزيد عمرها على 40 ألف سنة. لا يعرف علماء الحفريات كيف بدا إنسان دينيسوفان، ولكن دراسات الحمض النووي المأخوذ من أسنانهم وعظامهم تبيِّن أن هؤلاء السكان القدماء قد أسهموا في الجينوم الخاص بالبشر المحدثين، وبخاصة السكان الأصليين لأستراليا، وشعوب بابوا غينيا الجديدة وبولينيزيا، مما يشير إلى أن البشر من نسل إنسان دينيسوفان ربما جابوا قارة آسيا.

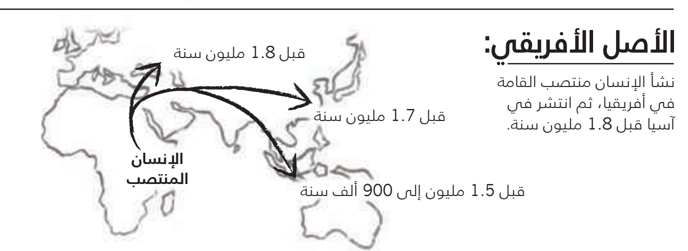
تُعَدّ ماريا مارتينيون توريس – عالمة مستحاثات أسلاف البشر بكلية لندن الجامعية – من بين أولئك الذين طرحوا فكرة أن بعض أشباه البشر الصينيين ينحدرون من إنسان دينيسوفان. وقد عملت توريس مع باحثي «معهد الحفريات الفقارية ومستحاثات البشر» على تحليل[7] نُشر في العام الماضي لمجموعة من الحفريات، تم الكشف عنها في

مساران لتطوُّر البشر

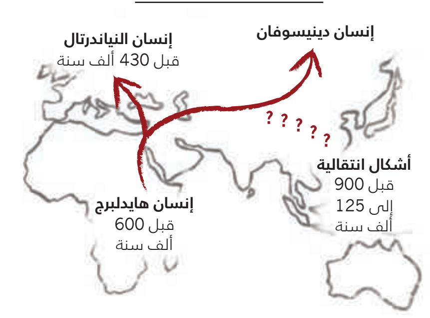
في النموذج المعتاد لأصول الإنسان (الأعمدة على اليمين) خرجت موجات متعددة من الهومينين من أفريقيا بالتتابع، وانتشرت في أنحاء أوراسيا على مدار المليوني سنة الماضية. ويفترض نموذج مختلف (على اليسار) أن المهاجرين الأوائل من أفريقيا أسسوا مصدرًا سكانيًّا في الشرق الأوسط؛ مما أتاح الفرصة لنشأة الكثير من الأنواع الانتقالية التي انتشرت في أوروبا، وأفريقيا، وشرق آسيا.

الأصل الأفريقي:

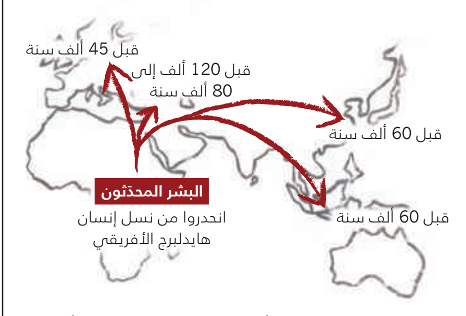
نشأ الإنسان منتصب القامة في أفريقيا، ثم انتشر في آسيا قبل 1.8 مليون سنة.



الخروج من أفريقيا

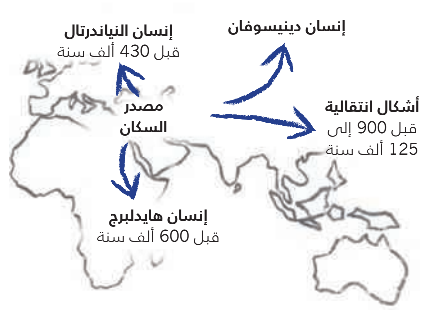


تطوَّر إنسان هايدلبرج وغيره من الأشكال الانتقالية إلى إنسان النياندرتال، وإنسان دينيسوفا. أما الهومينين في الصين، الذين جمعوا بين ملامح قديمة وأخرى حديثة، فربما انحدروا من إنسان هايدلبرج.

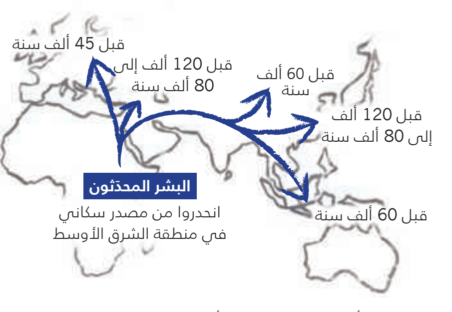


ظهر الإنسان الحديث في أفريقيا قبل ما يقرب من 200 ألف سنة، ووصل إلى الشرق الأوسط منذ ما يقرب من 120 ألف إلى 80 ألف سنة، ثم انتشرت موجات تالية من البشر المحدَثين في أنحاء أوروبا وآسيا.

النموذج البديل



أدَّى نسل الإنسان منتصب القامة في الشرق الأوسط إلى ظهور مجموعات متنوعة من الهومينين في أوروبا وشرق آسيا، كما أدى إلى ظهور إنسان هايدلبرج في أفريقيا.



نشأ البشر المحدَثون في أفريقيا منحدرين من نسل إنسان هايدلبرج، أو نوع آخر من الهومينين القادمين من منطقة الشرق الأوسط، ثم انتشروا في أوراسيا في موجات متعددة.

خوشياآو بمقاطعة هيبي، بما فيها أجزاء من عظام الفك، وتسع أسنان، يعود تاريخها إلى فترة ما بين 125 ألف، و120 ألف سنة. وتتميز الضروس بضخامتها، وجذورها القوية للغاية، وتجاويفها المعقدة، التي تذكِّرنا بخصائص إنسان دينيسوفان، حسبما تقول توريس.

وهناك فكرة ثالثة أكثر تطرُّفًا، ظهرت عندما قامت توريس وزملاؤها بمقارنة أكثر من 5 آلاف من الأسنان الأحفورية من أماكن متفرقة من العالَم، ووجد الفريق أن العيِّنات الأوراسيوية أكثر تشابهًا مع بعضها البعض من العيِّنات الأفريقية[8]. وتفترض هذه الدراسة وغيرها ـ ضمن التفسيرات الأحدث للجماجم الأحفورية ـ أن أشباه البشر الأوراسيويين قد تطوروا بمعزل عن نظرائهم في أفريقيا، خلال مدة زمنية طويلة، حيث يعتقد هؤلاء الباحثون أن أول مجموعة من أشباه البشر خرجت من أفريقيا منذ 1.8 مليون سنة، كانت بمثابة المصدر النهائي للإنسان الحديث. وقد استوطن نسل تلك المجموعة في الغالب منطقة الشرق الأوسط، حيث المناخ المناسب، ثم أنتجوا موجات من أشباه البشر الانتقاليين، الذين انتشروا في أماكن أخرى. وقد ذهبت مجموعة أوراسيوية إلى إندونيسيا، بينما كانت مجموعة أخرى سببًا في ظهور النياندرتال، وإنسان دينيسوفان، في حين غامرت مجموعة ثالثة بالعودة إلى أفريقيا، وتطوَّرت إلى الإنسان العاقل، الذي انتشر فيما بعد في أنحاء العالم. ووفقًا لهذا النموذج، نشأ البشر المحدَثون في أفريقيا، ولكن سلفهم المباشر نشأ في الشرق الأوسط.

لا تبدو الفكرة مقنِعة للجميع. يقول سفانتي بابو، عالِم الحفريات في «معهد ماكس بلانك للأنثروبولوجيا التطورية» في ليبزج بألمانيا: "من المعروف أن التفسيرات الخاصة بالحفريات مثيرة للجدل"، ولكن الحمض النووي المأخوذ من الحفريات الأوراسيوية ـ التي يعود تاريخها إلى بداية الجنس البشري ـ يمكنه المساعدة في الكشف عما إذا كانت قصة ما ـ أو مزيج من القصص ـ هي الأصحّ، أم لا. وتقوم الصين حاليًّا بالدفع في هذا الاتجاه، فقد عادت كياومي فو ـ عالمة الحفريات، التي أجرت أبحاثها للدكتوراة مع بابو ـ إلى وطنها العام الماضي، لتنشئ مختبرًا في معهد الحفريات الفقارية ومستحاثات البشر؛ لاستخلاص الحمض النووي القديم وتحديد التسلسل الجيني له. ومن بين أهدافها العاجِلة أنْ ترى ما إذا كانت بعض الحفريات الصينية تنتمي إلى مجموعة إنسان دينيسوفان الغامضة، أم لا، فالضروس البارزة التي جاءت من خوشياآوسوف تكون هدفًا أول، وكما تقول فو: "أعتقد أن لدينا مشتبهًا به أساسيًّا هنا".

صورة مشوَّشة

رغم التفسيرات المختلفة لسجل الحفريات الصينية، يتفق الجميع على أن قصة التطور في آسيا أكثر إثارة بكثير مما حسبه الناس من قبل، ولكن تظل التفاصيل مشوشة وغامضة، لأن عددًا قليلًا للغاية من الباحثين قاموا بالتنقيب في آسيا.

عندما بدأ الباحثون في التنقيب في القارة الآسيوية، كانت النتائج مذهلة. في عام 2003، أسفرت أعمال الحفر في جزيرة فلوريس بإندونيسيا عن العثور على أحد أشباه البشر بالغي الصغر[9]، أسماه الباحثون إنسان فلوريس (*Homo floresiensis*)، ولَقَّبُوه بـ«الهوبيت». يتميز ذلك المخلوق بتشكيلة متنوعة من الملامح الغريبة، التي ما زالت تثير جدلًا بشأن ما إذا كان شكلًا متقزمًا من الإنسان منتصب القامة، أم أنه ينتمي إلى سلالةٍ ما أكثر بدائية، استطاعت أن تشق طريقها من أفريقيا حتى جنوب شرق آسيا، وعاشت هناك حتى وقت حديث يُقَدَّر بـ600 ألف سنة. وفي الشهر الماضي، ظهرت مفاجآت إضافية من جزيرة فلوريس، حيث وجد الباحثون بقايا أحد أشباه البشر الشبيه بالهوبيت في صخور يعود تاريخها إلى حوالي 700 ألف سنة[10].

سيسهم استخراج المزيد من الحفريات من شتى أنحاء القارة الآسيوية إسهامًا واضحًا في سد تلك الثغرات. كما يدعو كثيرٌ من علماء مستحاثات أشباه البشر إلى إتاحة فرصة أفضل للوصول إلى المكتشفات الموجودة، حيث يقتصر الوصول إلى معظم الحفريات الصينية ـ بما فيها بعض أفضل العينات حالًا، مثل جمجمتي يون شيان، ودالي ـ على حفنة من علماء الحفريات الصينيين ومعاونيهم. يقول سترِنجر: "سيكون من الرائع أن تتاح تلك الحفريات؛ لإجراء عمومٍ الدراسات، عن طريق توفير نُسَخ مطابِقة، أو التصوير بالأشعة المقطعية". وإضافة إلى ذلك.. ينبغي قياس عُمْر مواقع الحفريات بشكل أكثر دقة، ويُفَضَّل الجمع بين وسائل قياس متعددة، حسبما يقول باحثون.

هذا.. ويتفق الجميع على أن آسيا ـ كبرى قارات العالم ـ ما زال لديها الكثير لتقدِّمه، فيما يتعلق بإزاحة الستار عن قصة الحياة الإنسانية. يقول بتراجليا: "إن مركز الجاذبية.. يتحول نحو الشرق". ■

جين كيو كاتبة تعيش في بكين.

1. Li, T. & Etler, D. A. *Nature* **357,** 404–407 (1992).
2. Vialet, A. *et al. Comptes Rendus Palevol.* **9,** 331–339 (2010).
3. Wu, X. & Athreya, S. *Am. J. Phys. Anthropol.* **150,** 141–157 (2013).
4. Liu, W. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **107,** 19201–19206 (2010).
5. Hu, Y. *et al.* Preprint at http://arxiv.org/abs/1404.7766 (2014).
6. Liu, W. *et al. Nature* **526,** 696–699 (2015).
7. Xing, S., Martinón-Torres, M., Bermúdez de Castro, J. M., Wu, X. & Liu. W. *Am. J. Phys. Anthropol.* **156,** 224–240 (2015).
8. Martinón-Torres, M. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **104,** 13279–13282 (2007).
9. Brown, P. *et al. Nature* **431,** 1055–1061 (2004).
10. van den Bergh, G. D. *et al. Nature* 534, 245–248 (2016).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تعليقات

STEPHEN LAM/GETTY

تعد الأجهزة القابلة للارتداء ـ التي تتتبع اللياقة البدنية ـ مصدرًا غنيًّا للبيانات الصحية الآنيّة.

أوقِفوا خصخصة بيانات الصحة

قد يؤدي تحوُّل عمالقة التكنولوجيا تجاه مجال الصحة إلى زيادة نطاق عدم المساواة، والإضرار بالأبحاث، ما لم يتمكن الأشخاص من الوصول إلى بياناتهم، ومشاركتها فيما بينهم، وذلك حسبما حَذَّرَ **جون تي. ويلبانكس**، و**إيريك جيه. توبول.**

على مدار العام المنصرم، عمل أباطرة التكنولوجيا ـ ومن بينهم شركات «جوجل»، و«أبل»، و«مايكروسوفت»، و«آي بي إم» ـ على تعيين كوادر في بحوث الطب الحيوي؛ لدعم جهودهم؛ لإحداث تغييرات في مجال الطب.

في شهر سبتمبر من عام 2015، أعلن توم إنسيل عزمه الاستقالة من منصبه كرئيسٍ للمعهد الوطني الأمريكي للصحة النفسية، لينضم إلى قسم علوم الحياة في شركة «جوجل»، (الذي يحمل الآن اسم «فيريلي» (Verily). وبعد ذلك بثلاثة أشهر، حصل مايكل ماكونيل على إجازة من عمله كمدير لأبرز البرامج البحثية في أمراض القلب والأوعية الدموية في جامعة ستانفورد بكاليفورنيا، لينضم إلى إنسيل. كما تبوَّأ ستيفن فريند في شهر يونيو الماضي أحد المناصب العليا في شركة «أبل»؛ وهو مؤسِّس مشارك ورئيس سابق لمنظمة «سيدج بايونيتووركس» Sage Bionetworks، وهي منظمة غير هادفة إلى الربح، تروِّج للعلوم مفتوحة المصدر، ولإشراك المريض ◀

في الأبحاث (ويعمل جون تي. ويلبانكس ـ أحد مؤلفي هذا المقال ـ هناك).

كان انتقال العلماء الإكلينيكيين إلى الشركات التكنولوجية التي تركِّز على جمع المعلومات وتحليلها وتخزينها أمرًا متوقعًا منذ زمنٍ إلى حدٍّ كبير. وبسبب نفقات الحصول على البيانات الخاصة بالصحة والأمراض، والصعوبات التي تقف في طريق ذلك، نادرًا ما تمكَّن العلماء الذين يُجرُون دراسات إكلينيكية أو سكانية من تتبُّع عددٍ كافٍ من المرضى عن كثب، بالقدر الكافي للقيام بأي شيء آخَر، غير وضْع استنتاجات تقريبية للحالات، لكن في ظل ما ذكرناه من قيود، مَن الذي قد لا يرغب في الوصول إلى بيانات متعددة الأبعاد حول الصحة، تكون منتشرة على نطاق شبكة الإنترنت؟ ومَن يستطيع مِن المهندسين بناء مستشعرات لتجميع البيانات، وخوارزميات لعمليات التحليل، وكذلك موارد لإجراء مشروعات بنطاقات وسرعات لا يمكن تخيُّلها في القطاع الحكومي؟

ثمة جانب مظلم لامتلاك تلك الشركات الضخمة ـ مثل «جوجل»، أو الشركات الأصغر منها، مثل شركة 23andMe، المختصة بعلوم الوراثة الموجَّهة إلى المستهلك ـ لبيانات الصحة، أو بالأحرى التحكم في الأدوات والطرق المستخدمة لمزاوجة الملفات الرقمية الصحية الخاصة بالأفراد مع خدمات معينة. فبالفعل يخلق إعداد الملفات الرقمية في سياقات أخرى ما يُطلق عليه مجتمع «الصندوق الأسود». فالإعلانات الموجودة على شبكة الإنترنت صُممت لتلائم أعمار الأشخاص، ومواقعهم، وأنماط الإنفاق والتصفح الخاصة بهم. وقد فُضِّلت إتاحة بعض خدمات التجزئة لمجموعات محددة فقط من البشر. كما تم منح مطبِّقي القوانين أدوات تساعدهم على اتخاذ قرارات إصدار أحكام، لا يمكن تقييمها على الملأ (انظر: go.nature.com/29umpu1). ويعود الفضل في كل هذا إلى تجميع البيانات الشخصية، والتلاعب بها بصورة يُتَعَمَّد إخفاؤها.

وإذا ما تضمنت عملية صنع القرار السرية باستخدام الخوارزميات بيانات صحية، فقد تزيد قدرة حسابات «الصندوق الأسود» على مضاعفة التحيزات المسبقة في المجتمع بصورة كبيرة. وبشكل جوهري، إذا لم يتم

فورة النشاط الرقمي في مجال الصحة

يتوقع المحلّلون أن قيمة الأجهزة التي تعمل عبر الإنترنت، المستخدَمة لتجميع بيانات الصحة واللياقة وتحليلها وتوزيعها، ستتجاوز عالميًّا 163 مليار دولار خلال 4 أعوام.

القيمة السوقية (مليار دولار أمريكي)

0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180

2015 2016 2017 2018 2019 2020

نمو سنوي مركب بمقدار 38%

SOURCE: EMARKETER

إعطاء المواطنين الذين يتم إعداد ملفات لهم البيانات الخاصة بهم، ولم يُسمَح لهم بمشاركة المعلومات مع أشخاص آخرين؛ فإنهم لن يعرفوا بوجود الإجراءات الصحية غير الصحيحة أو التميُّزية، كما ستقل تمامًا قدرتهم على تحديها. ولن يكون لمعظم الباحثين حينئذ حق الوصول إلى مثل تلك البيانات الصحية أيضًا، أو إلى الملاحظات المشتقة منها.

تدفُّق المعلومات

نحن نؤمن بأنّ تدفق خبراء الصحة إلى «وادي السيليكون» Silicon Valley ربما ينذر بتحوُّل جوهري في بحوث الطب الحيوي والرعاية الصحية. ففي دول عدة، منها المملكة المتحدة، والسويد، والنرويج، وإستونيا، تَسَبَّب الدفع المتواصل من جانب الحكومات والمجتمع المدني في جعل السجلات الإلكترونية المعايرة في مجال الصحة أمرًا طبيعيًّا. وفي الولايات المتحدة، ثمة آمال عريضة بأن يتم طرح تلك السجلات المفيدة بحق ـ التي يستطيع مقدِّم الخدمة الصحية الذي يذهب إليه المريض استدعاءها ـ خلال الأعوام الخمسة المقبلة. وفي غضون ذلك، سيتم إنجاز تقدُّم كبير في تعلُّم الآلة، كما أن هناك وفرة زائدة في بيانات الصحة الرقمية خارج المنظومة الطبية. ويُعَدّ هذا النوع من المعلومات أكثر قابلية للتنقيح لأساليب تعلُّم الآلة من الملاحظات الإكلينيكية التقليدية. وإضافةً إلى ذلك.. تمتلك شركات تكنولوجيا تعمل في مجال الصحة مئات المليارات من الدولارات ضمن الاحتياطي النقدي الخاص بكل منها. وقد تمكِّن تلك العوامل مجتمعةً اللاعبين الجدد في المجال من التغطية على اللاعبين القدامى، بدلًا من الانضمام إليهم فقط.

وحتى الآن، اعتمد الحصول على البيانات الصحية على المتخصصين من ذوي المهارات العالية، الذين يسجلون عشرات مئات الملاحظات في العيادات أو المستشفيات، مرة أو مرتين في السنة، وكذلك على الباحثين ممن يبذلون جهدًا جهيدًا لاستخلاص المعلومات ذات الصلة من سجلات طبية صعبة المنال وغير موحَّدة. والآن، وبفضل تطبيقات الهواتف الذكية ـ كتلك التي تم إنشاؤها باستخدام إطار عمل البرمجيات الخاص بشركة «أبل»، المسمى ResearchKit، الذي تم إطلاقه في العام الماضي ـ ومستشعرات يمكن ارتداؤها، بحيث تستطيع رصد اتجاه المشي، والموقع، ومعدَّل ضربات القلب، وحتى نشاط الدماغ؛ يمكن للمحللين الاعتماد على مئات الآلاف من الملاحظات الآنِيَّة المجمَّعة من عشرات الآلاف من البشر كل يوم، بل وحتى كل دقيقة.

كما يشمل سلوك الناس البحثي معلومات صحية أيضًا. ففي شهر فبراير من عام 2015، اشتركت شركة «جوجل» مع مجموعة «مايو كلينك» Mayo Clinic الطبية والبحثية غير الربحية، ومقرها روتشيستر في مينيسوتا، لترتيب وتنظيم الحقائق المتعلقة بالصحة، مثل الأسباب الأكثر شيوعًا لآلام أسفل الظهر. وتعمل فرق شركة «جوجل» على إدخال المعلومات الصحية المنظَّمة والمؤكدة تلك إلى خوارزمية البحث الذي الخاصة بمحرك البحث، التي تُعرف بالرسم البياني المعرفي، أو Knowledge Graph، بحيث يحصل المستخدمون على معلومات أكثر صلة، ويُفترض أنها أكثر دقة، كلما أدخلوا الأعراض، أو وصف الحالة. ومن شأن تلك الخدمة ـ التي قد تحلّ محل زيارة الطبيب في كثير من الأحيان ـ أن تعزِّز من قدرة شركة «جوجل» فقط ـ دون غيرها ـ على استعادة المعلومات الخاصة بالصحة بشكل غير مسبوق. وبحسابات عملاق التكنولوجيا، يتبين لنا أن هناك 2000 بحث لهم علاقة بالصحة من بين عمليات البحث الأربعين ألفًا تقريبًا التي تُجرى كل ثانية.

وفي غضون ذلك، يمكِّن تعلُّم الآلة الباحثين من استخراج وحدات «بيتابايت» من البيانات للأنماط والتجمعات. فعلى سبيل المثال.. تُدَقِّق منصة «واتسون» Watson التكنولوجية الخاصة بشركة «آي بي إم» في البيانات غير المُهَيْكَلة، باستخدام معالجة اللغة الطبيعية، وأيضًا تعلُّم الآلة. ومنذ شهر إبريل من العام الماضي، تعمل شركة «آي بي إم» على جمع «خبراء معرفة» من أجل الصحة، وذلك باستخدام المنصة السحابية «واتسون هيلث» Watson Health، حيث يتم منح العملاء الذين يقومون بتخزين بياناتهم في السحابة إمكانية الوصول إلى الخوارزميات التي يمكن أن تساعدهم في فَهْم البيانات. وتستخدم شركة «آي بي إم» بالفعل منصة واتسون للتعامل مع مشكلات الأمراض المعقدة، وذلك بالتعاون مع مركز «إم دي أندرسون» لأمراض السرطان، التابع لجامعة تكساس في هيوستن، وتحديدًا كيفية استخدام المعلومات الجينومية المأخوذة من الخلايا السرطانية؛ لتزويد الأفراد بالعلاجات المستهدفة.

وحتى القياسات المبدئية المتدفقة حاليًّا من الهواتف الذكية والمستشعرات القابلة للارتداء، يمكنها أن تأتي بنتائج أفضل مما قدَّمَتْه عقودٌ من تطوير الأجهزة الطبية، فعلى سبيل المثال.. في عام 2014، قامت امرأة مصابة بداء السكري من النوع الأول بربط معالج متناهي الصغر مع مضخة إنسولين، وجهاز رصد متواصل لمستوى الجلوكوز؛ من أجل تنظيم مستويات السكر في الدم

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



THOMAS PETER/REUTERS

نادت مظاهرة عام 2011 في برلين بالحق في الاحتفاظ بخصوصية البيانات الرقمية الشخصية.

بشكل آلي. وبالنسبة إلى مجموعة صغيرة من المرضى، فإن استخدام مثل تلك النظم «المصنَّعة منزليًّا» يؤدي إجمالًا إلى تحسُّن يفوق بكثير ما قَدَّمَتْه الأجهزة والتدخلات الأخرى المنبثقة من الأسواق التقليدية[1].

باختصار، بدأ اللاعبون الكبار والصغار في المجال الآن في الانتباه إلى المكاسب المالية الكبيرة التي يمكن تحقيقها من بيانات الصحة الخاصة بالمستهلك غير باهظة الثمن. ومنذ حوالي عشرة أعوام، كانت مجموعة متفرقة من الشركات الناشئة تحصل على المعلومات الجينومية الخاصة بالناس، وغير ذلك من البيانات الصحية بتكلفة منخفضة، وتُتِيحها لشركائها المتخصصين في المستحضرات الدوائية، أو لعملاء آخرين. وفي عام 2016، أشار جميع اللاعبين الرئيسين في مجال التكنولوجيا ـ «أبل»، و«جوجل»، و«آي بي إم»، و«فيسبوك»، وحتى «أوبر» ـ إلى امتلاكهم خططًا لدخول سوق «الصحة الرقمية».

حلقة مغلَقة

ولكي نكون منصفين.. فإن تسخير التقدم الذي شهدته التكنولوجيا والعلوم التحليلية لتحسين مجال الرعاية الصحية بشكل جذري يُعَدّ حافزًا رئيسًا لشركات عديدة، لكنه يشير إلى أن اللاعبين الأوائل قد حصروا المعلومات في نُظُم «مغلقة».

فلنأخذ على سبيل المثال.. الجهاز القابل للارتداء «إنلايت» Enlite، الذي طرحته في عام 2013 شركة «ميدترونِك» Medtronic، ومقرها دبلن، من أجل مرضى السكري. يرسل الجهاز الإنسولين في مجرى دم المريض فور رصد المستشعر انخفاضًا في مستويات الجلوكوز. وعلى الرغم من أن المرضى يمكنهم التحكم في مستويات الجلوكوز لديهم في أي لحظة، إلا أنهم لا يمكنهم الوصول إلى سجلاتهم المجمَّعة، كما أنه ليس ثمة آليّة يستطيع من خلالها المرضى أو الباحثون خارج الشركة الوصول إلى عشرات الآلاف من القياسات الخاصة بالجهاز؛ وكذلك هو الحال مع أجهزة أخرى قابلة للارتداء، أنتجتها شركة «ميدترونِك» أيضًا، بل ورفضت الشركة طلبات قَدَّمَها المرضى أنفسهم للحصول على بياناتهم الصحية المتعلقة بحالة القلب (انظر: go.nature.com/29tdzud).

وحتى إذا أتاحت الشركات للعملاء فرصة الوصول إلى البيانات المجمَّعة الخاصة بهم، فإن الموانع الداخلية للمشاركة ستجعل من الصعب على المستخدمين التبرع بها لصالح العلم. تسمح شركة «23andMe» ـ التي تملك أضخم مخزن للبيانات الجينومية البشرية في العالم ـ للمستخدمين بالاطلاع على متغيرات الحمض النووي الخاص بهم، إثر تغيير حرف واحد، وتنزيلها؛ كما تسمح لهم بمشاركة البيانات الخاصة بهم مع مؤسسات معينة، ولكن لكي تفيد تلك البيانات المرضى بحق، يجب على العملاء إرسال المعلومات بسهولة إلى مقدِّم الرعاية الصحية الخاص بهم، أو مستشارهم الجيني، أو أي محل يرغبون فيه.

«هناك 2000 بحث من بين عمليات البحث الـ40 ألف تقريبًا التي تُجْرَى كل ثانية لها علاقة بالصحة».

ولطالما استحوذت شركات المستحضرات الدوائية على أنواع محدودة من البيانات صعبة المنال، مثل كيفية تأثير بعض المواد الكيميائية على بعض قياسات الدم في التجارب الإكلينيكية، لكنها ـ بشكل عام ـ تفتقر إلى البيانات الصحية الطولية عن الأفراد خارج الدراسات التي تجريها، وغالبًا لا يمكنها الربط بين أحد المشاركين في إحدى التجارب، والمشارِك نفسه في تجربة أخرى. وإضافة إلى ذلك.. هناك العديد من حديثي الدخول إلى مجال الصحة ـ غير المربوطين بمنصات السجلات الصحية الإلكترونية المجزأة ـ على أهبة الاستعداد لجمع كميات كبيرة من البيانات، وإدخالها إلى نظم جرى تحسينها بالفعل بالمستوى الأمثل (بهدف الإعلان مبدئيًّا)؛ للوصول إلى الاستنتاجات حول الأفراد.

تواجه الشركات التي تستعد لدخول مجال الصحة بعض العوائق الأساسية، ليس أقلها الصعوبات في الحصول على موافقة رقابية؛ لإعادة المعلومات التي ينبغي اتخاذ إجراءات قانونية بشأنها إلى المرضى. ومع ذلك.. تقدِّر القيمة السوقية للأجهزة التي تعمل عبر شبكة الإنترنت، والتي تجمع البيانات الصحية وبيانات اللياقة، وتقوم بتحليلها، وتقوم بتوصيل الأجهزة الطبية بعضها البعض، وتفعيل رعاية المرضى والبحث الطبي، بما يتجاوز 163 مليار دولار أمريكي بحلول عام 2020، حسبما يشير تقرير صدر في شهر يناير الماضي عن شركة «إي ماركيتر» eMarketer (انظر: «الدفعة الرقمية في مجال الصحة»، وgo.nature.com/29fbvch)، إلا أن هذا النمو الضخم لا ينتقل بالضرورة إلى عملية اتخاذ القرار على أساس أخلاقي، التي تركز على زيادة الفوائد طويلة الأجل، العائدة على المواطنين.

ومن الواضح بالفعل أن خوارزميات الملكية يمكنها أن تضاعف وتزيد من سوء التحيز الاجتماعي والمشكلات الهيكلية. وبرغم الجهود القصوى المبذولة من جانب مبرمجي شركة «جوجل»، فإن إعلانات التوظيف التي تقدِّمها خوارزمية الإعلانات الخاصة بالشركة للمستخدِمات من النساء عائدُها المالي أقلّ من تلك المقدَّمة إلى المستخدمين الذكور[2]. وقد أظهر تحقيق نُشر على موقع «بروبَبْلِيكا» ProPublica في شهر مايو الماضي أن الخوارزميات التي يجري استخدامها من قِبَل وكالات تطبيق القانون الأمريكية في الغالب تتوقع خطأً أن المتهمين السود سيرتكبون جريمة (انظر: go.nature.com/29aznyw). وبفضل الخوارزميات التي لا تلتفت إلى العوامل السكانية، يُعَدّ الأشخاص السود في عديد من المدن الأمريكية أقل احتمالًا بمقدار النصف تقريبًا من الأشخاص البيض لأنهم يعيشون في المناطق المتاح لها استخدام خدمة توصيل اليوم الواحد من شركة «أمازون»، (انظر: go.nature. com/29kskg3).

نحن نؤمن بأنّ نماذج العمل مغلقة الخوارزمية ومغلقة البيانات في مجال الصحة ـ بصورة عامة ـ سوف تعوق التقدم العلمي، عن طريق إعاقة اكتشاف طرق متنوعة لفحص البيانات الصحية وتفسيرها. وعلى مدى أطول، يمكنها أن تزيد من حالات عدم المساواة، بدلًا من تقليلها. وليس من الصعب تصوُّر مستقبَل تكون فيه الشركات قادرة على تداول ملف الشخص المرضي، دون علمه، أو مستقبَل تكون فيه القرارات الصحية مبهمة ويصعب تحدِّيها؛ ويتم فيه استخدام تطورات فَهْم تسويق الخدمات المقدَّمَة للناس بشكل كبير، وتتعلق بالصحة، بغض النظر عما إذا كانت تلك الخدمات تفيد صحتهم بالفعل، أم لا.

إلى الأحسن، لا إلى الأسوأ

قد يبدو أننا نحاول شيطنة شركات التكنولوجيا؛ لكن ذلك ليس صحيحًا، فللنظم المغلقة مزايا قصيرة ◀

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

◀ المدى، متأصلة في طبيعتها، مقارنةً بالنظم المفتوحة، وبوسعها أن تلتحم وأن تتضخم بصورة أكبر من النظم المفتوحة، إذ يستطيع رؤساؤها التنفيذيون أن يملّوا الصيغ والمعايير والقواعد، إلا أن رأس المال الخاص قد يخدم المصلحة العامة بصورة أفضل، إذا كانت بعض طبقات البِنْية التحتية الموضوعة للأبحاث الخاصة بالصحة مفتوحة (تكون البيانات الأوّلية طبقة واحدة، وأدوات التحليل طبقة أخرى، وتطوير العلاجات والخدمات للمرضى طبقة ثالثة).

ومن وجهة نظرنا، ينبغي أن يصبح جهاز الاستشعار والبيانات الأخرى، وطرق تحويل تلك البيانات إلى معلومات قابلة للاستخدام إكلينيكيًّا سلعةً متوفرة للجمهور. كما يمكن إغلاق الخدمات الفنية وخدمات الأعمال التي تترجم الملاحظات إلى قيمة للمواطنين؛ وهذا ما قد يوازي برامج «جوجل»، وخرائط «أبل»، وتطبيق «ويز» Waze، بما يقدمونه من خرائط بمساعدة البيانات الجغرافية المكانية، المموَّلة من الحكومة. وفي هذه الحالة، يمكن لرأس المال الخاص أن يموِّل إنشاء تجارب ذات مغزى، لها علاقة بالمريض، بدلًا من إنشاء أسرار تجارية عن الصحة.

ونظريًّا، يمكن للرقابة الحكومية الصارمة أن تمنع عملية جمْع البيانات الصحية الرقمية وتحليلها من أن تتحول إلى عمل عالي الربحية. وبالفعل، قام الاتحاد الأوروبي بتمرير توجيهات شاملة؛ لحماية المعلومات الرقمية الخاصة بالأفراد من أن تُستغل لأغراض تجارية، أو غيرها، لكن في الولايات المتحدة ـ على الأقل ـ سوف تضعف فرص تمرير قوانين الحقوق المدنية الرقمية ـ المؤسَّسة بشكل جيد ـ خلال العامين أو الثلاثة أعوام المقبلة.

وقد أضحت شركات تكنولوجيا كبرى عديدة أشبه بدول صغيرة، من حيث الحقوق الخاصة بها، فهي تملك «موارد طبيعية» ضخمة (بيانات وقدرات حاسوبية)، ولديها مصالح عالمية ترغب في الحصول عليها وحمايتها. فقد جمعت خمس شركات فقط من شركات التكنولوجيا الموجودة في الولايات المتحدة («أبل»، و«مايكروسوفت»، و«ألفابيت» ـ الشركة الأم لشركة «جوجل» ـ و«سيسكو سيستمز»، و«أوراكل») احتياطات نقدية تقدَّر بـ504 مليارات دولار في أواخر عام 2015، تحتفظ بمعظمها خارج الدولة؛ لتفادي الضرائب والإجراءات التنظيمية (انظر: go.nature.com/29ep3zx). وحتى لو رغبت حكومة الولايات المتحدة في التدخل، فإن التكنولوجيا ـ ونماذج العمل المصاحبة لها ـ تتطور أسرع من قدرتها على المتابعة.

ومن ثم، فنحن نرى أن إنشاء جهات منافِسة ذات مصداقية ومفتوحة المصدر أكثر الطرق الواعدة لتنظيم نماذج العمل المغلقة. ففي أواخر التسعينات، تخلَّت شركة «آي بي إم» ـ التي كانت حينها واحدة من أكبر اللاعبين في سوق البرمجيات ـ عن برنامج «خادم الويب» المملوك لها لصالح بيع خدمات تخصّ البرمجيات مفتوحة المصدر. وبمجرد أن أدرك المستخدمون أن خادم الويب «أباتشي» Apache، ونظام التشغيل «لينوكس» Linux يقدمان بديلًا صالحًا للحزَم التجارية؛ بدأت شركة «آي بي إم» في بيع خدمات الدعم والتكوين لهم. وفي الوقت ذاته تقريبًا، تم إطلاق كود المصدر للمتصفح «نِتْسكيب» Netscape؛ ما أثار فورة ابتكارية في مجال المتصفح، ومَنَع شركة «مايكروسوفت» من احتكار السوق بمتصفح «إنترنت إكسبلورر». وفي كلتا الحالتين، استطاعت مجتمعات من مئات أو بضع آلاف ـ على الأكثر ـ تحويل المشهد لصالح كبرى الشركات العالمية.

ولإنشاء موارد عامة من خلال التمويل الحكومي دورٌ في ذلك. فبعد إعلان مشروع الجينوم البشري في عام 2000 ـ المموَّل مِن قِبَل القطاع العام ـ عن اكتمال مسودته، سرعان ما توقفت شركة «سيليرا» Celera الخاصة، المتخصصة في عمليات وضع التسلسل عن فرض رسوم على الباحثين للوصول إلى بياناتها، وقامت بإيداع تلك البيانات في قاعدة البيانات العامة «جين بانك» GenBank، وركزت على محاولة تطوير علاجات للمرض، بيد أن المَبالغ المالية الموجهة نحو المشروعات العامة في الوقت الحالي ـ مثل مبادرة الطب الدقيق، التي أطلقتها إدارة الرئيس أوباما، والتي تهدف إلى مطابقة العلاجات بالبيانات الجينية والفسيولوجية الخاصة بالمريض ـ تُعَدّ ضعيفة، مقارنةً بحجم الاستثمار الذي يمكن أن تجلبه شركات عديدة. (يمثل آخِر مبلغ جمعته شركة «23andMe»، البالغ حوالي 150 مليون دولار، 70% من الاستثمار الفيدرالي المخصص لمبادرة «الطب الدقيق»).

وما يلزم في هذه الحالة هو وجود شبكات للمشروعات المفتوحة، مدمَجة مع أعداد كافية من المرضى والمواطنين ممن يحظون بتشجيع؛ لتغذية مثل تلك المشروعات ببياناتهم الصحية.

دراسة حالة

في منظمة «سيدج بايونيتووركس»، نُجْرِي أربع دراسات إكلينيكية حول أمراض عديدة، بما فيها مرض الشلل الرعاش. ونطرح واجهات على شبكة الإنترنت، يقوم المرضى بتحميل معلوماتهم عليها، وكذلك بوابات رقمية تسمح بمشاركة البيانات لثلاث دراسات أخرى (متعلقة بمرض السكري، والربو، وصحة القلب). وخلال تلك الدراسات السبع أدرجنا ما يزيد على 90 ألف مشارِك منذ شهر مارس من عام 2015 (انظر: go.nature.com/29qqk57). وبطبيعة الحال، يملك المشاركون الحق في الوصول إلى نسخ كاملة من بياناتهم، وتنزيلها، كما يحق لهم التبرع ببياناتهم؛ لإعادة استخدامها بصورة واسعة من جانب «باحثين مؤهلين» أثبتوا هويّتهم، واجتازوا اختبارًا قصيرًا، ووقَّعوا على ميثاق للممارسات الأخلاقية.

> «عندما يتعلق الأمر بالتحكم في بياناتنا الشخصية، ينبغي أن تكون البيانات الصحية «خطًّا أحمر».»

في دراساتنا، يختار 75% من المشاركين مشاركة بياناتهم، التي يُفترَض أن تزيد فرص إيجاد الباحثين لطريقة تساعدهم وتساعد آخرين مثلهم. وتعد أرقامنا متحيزة، إذ نجري دراسات مسحية على أشخاص مدرَجِين بالفعل في دراسات إكلينيكية. وفي مسح أُجري في عام 2015 على مجموعة أكثر عمومية من سكان الولايات المتحدة، بواسطة الراديو الوطني العام، أعرب 53% من المشاركين في المسح عن استعدادهم لمشاركة بياناتهم مع العاملين في الرعاية الصحية، دون الكشف عن هويّتهم (انظر: go.nature.com/29qr0b7)، فإذا تَبَرَّع 5% فقط من سكان الولايات المتحدة بنسخة من بياناتهم الصحية من أجل العلم، فقد يُحْدِث ذلك تحولًا في الوضع. وعلى أية حال، لم يحتَجْ الأمر سوى مجموعة صغيرة من مبرمجي البرمجيات مفتوحة المصدر على مستوى العالم؛ لإحداث تحولات جذرية في صناعة مجال الحوسبة.

باختصار، ثمة حاجة إلى تحرُّك يشبه التحرك الذي تم من أجل البيئة، لاقتحام مسألة استخدام البيانات الصحية الخاصة بالأفراد من عدمه، ولتوضيح كيف يمكن استخدام هذه البيانات مستقبلًا. في الولايات المتحدة، كان تَوَحُّد الحشد المكوَّن من مجموعات صغيرة من النشطاء في الستينات والسبعينات ـ مع اختلاف أسباب اهتمام كل مجموعة ـ هو ما أدَّى إلى سلسلة المبادرات الفيدرالية الرائدة، مثل قانون الهواء النظيف، وإنشاء وكالة حماية البيئة. وعلى نحوٍ مشابِهٍ، في بادئ الأمر، كان يمكن للمتبرعين بالبيانات أن يقوموا بصورة رئيسة بتضمين الأشخاص ذوي الحوافز الشخصية، أو مَن لديهم دوافع فلسفية لمشاركة بياناتهم الصحية، مثلًا بأن يعملوا ضمن حركة «كوانتيفايد سيلف» Quantified Self، التي تهدف إلى استخدام التكنولوجيا؛ لقياس جميع جوانب حياتنا اليومية. ويمكن للمدافعين الأوائل عن فكرة المشاركة أن يساعدوا في تغيير العادات، من خلال الدفع في سبيل إرسال رسائل أكثر وضوحًا؛ طلبًا للموافقة، ومن خلال التوعية بالضرر المحتمل.

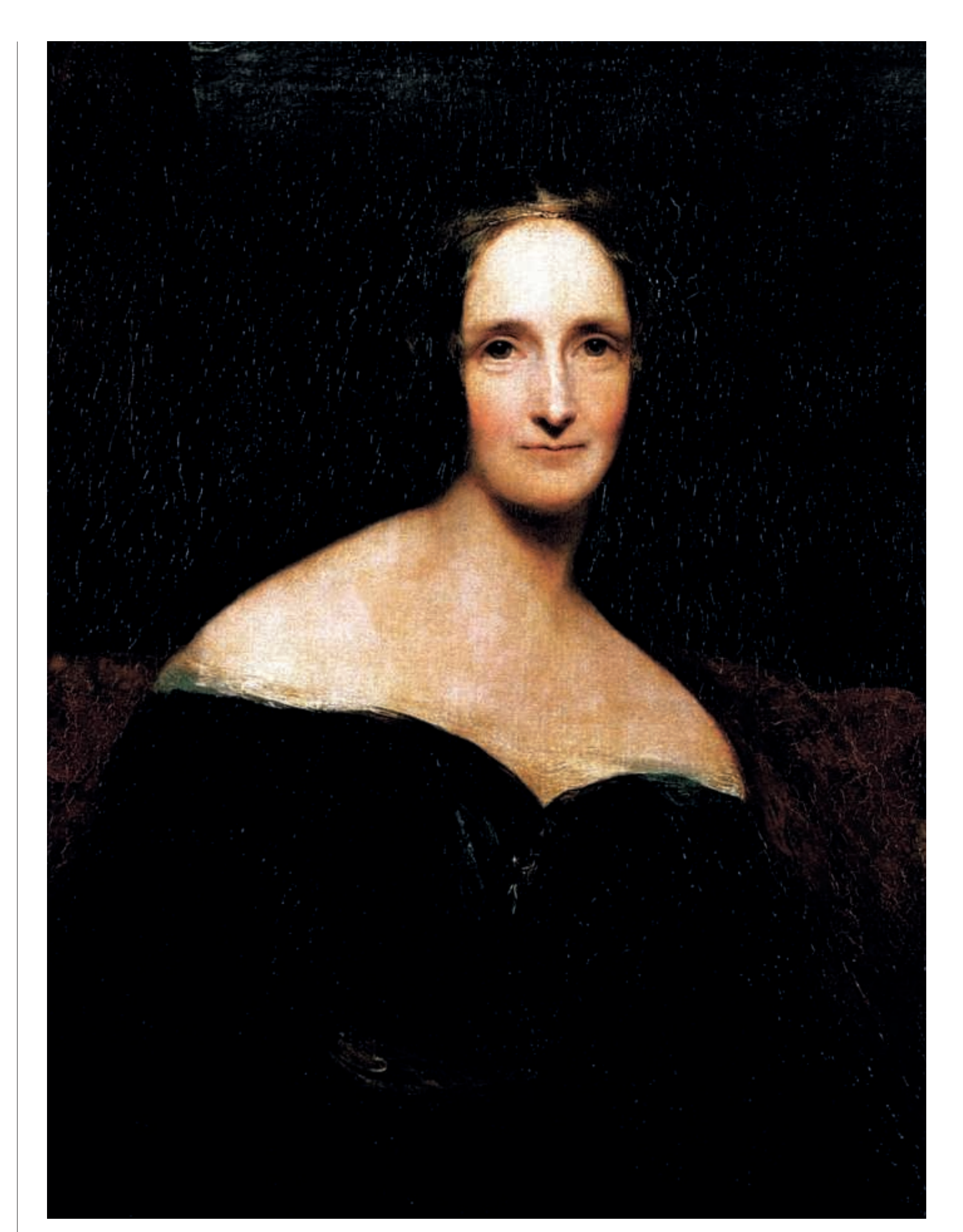
إن الانفتاح ليس هدفًا سهلًا؛ فثمة حاجة إلى تصميم نُظُم متشابكة متعددة، بما في ذلك تلك الخاصة بحماية الخصوصية؛ لتخفيف الضرر الذي تسببه معلومات معينة، حين تتحول إلى معرفة عامة، ولتمكين الأشخاص غير الراغبين في أن تتم تنحيتهم جانبًا على أساس حالتهم، لكن. إذا كان عصر الصحة الرقمية الجديد تصاحبه دفعات يقودها المواطن من أجل مزيد من الانفتاح، قد لا يقتصر التحول على الرعاية الصحية فقط.

ولطالما كان المواطنون على مستوى العالم يلعبون دورًا سلبيًّا في مجال الرعاية الصحية، إذ يتبعون تعليمات مقدمي الخدمة الصحية، دون وعي. وتشير الدراسات التي تتبَّعت ردود الأفعال على حالات الكشف الخاصة ببرامج المراقبة الدولية إلى أن معظم الناس يستسلمون لفكرة أن امتلاك المعلومات الشخصية والتحكم فيها غير ملائم في عصر الإنترنت[3]. وكما شهد التواصل عبر الشبكات الاجتماعية ارتفاعًا على مستوى العالم خلال العقد الماضي، يمكن عن قريب استخدام مصدر معرفة عالمي؛ لتحديد المسار الأفضل لعلاج الفرد، على أساس خبرات ملايين البشر. ولن يتم بناء هذا المصدر أبدًا، إلا إذا تحمَّل كلٌّ منا مسؤولية صحته ومرضه، والمعلومات التي يمكننا استنباطها عن أنفسنا. وعندما يتعلق الأمر بالتحكم في بياناتك الشخصية، ينبغي أن تكون البيانات الصحية «خطًّا أحمرًا». ■

جون تي. ويلبانكس رئيس منظمة «كومنز»، التابعة لـ«سيدج بايونتوركس» في سياتل، واشنطن، الولايات المتحدة الأمريكية. **إيريك جيه. توبول** أستاذ علم الجينوم في معهد سكريبس البحثي في لاهويا، كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: wilbanks@gmail.com
etopol@scripps.edu

1. Lewis, D. M. & Leibrand, S. M. Real-World Use of Open Source Artificial Pancreas Systems. *Am. Diabetes Assoc. 76th Sci. Sessions* (2016); available at http://go.nature.com/29kiyne
2. Datta, A., Tschantz, M. C. & Datta, A. *Proc. Priv. Enhancing Technol.* **2015,** 92–112 (2015).
3. Turow, J., Hennessy, M. & Draper, N. *The Tradeoff Fallacy: How Marketers Are Misrepresenting American Consumers and Opening Them Up to Exploitation* (Univ. Pennsylvania, 2015); available at http://go.nature.com/29khjju

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


PHOTO: TARKER/BRIDGEMAN IMAGES

ماري شيلي، بريشة ريتشارد رووثويل، سنة 1840، وتوجد في المعرض الوطني للوحات.

خيال علمي

العلوم التي شَكَّلَت شخصية فرانكنشتاين

يسبر **ريتشارد هولمز** أغوار الاكتشافات التي ألهمت ماري شيلي الشابة؛ لتكتب رائعتها الأدبية منذ 200 عام.

في عام 1816، بدأت فتاة في مرحلة المراهقة تأليف ما اعتبره كثيرون أوّل قصة خيال علمي حقيقية، وأطلقت الهجوم الأكثر شراسة على العلوم الحديثة. راودت ماري جودوين ـ البالغة من العمر ثماني عشرة سنة آنذاك ـ فكرة فرانكنشتاين، أو «بروميثيوس العصر الحديث»، في «فيلا ديوداتي» على بحيرة جنيف بسويسرا مع عشيقها الذي سيصبح زوجها فيما بعد، بيرسي بيش شيلي، وصديقه وزميله في الشِّعر، لورد بايرن.

وبعد أن أرغمتهم العاصفة على البقاء داخل المنزل، قضى الأصدقاء فترة المساء يقصّون قصص الرعب، بينما يسلِّيهم طبيب بايرن الشخصي البارع، ويليام بوليدوري، البالغ من العمر 20 عامًا، بسرد تقارير عن آخِر مستجدات العلوم الطبية.

كان عقل ماري المبدع مُعَدًّا بشكل غريب للاشتباك مع الجدل العلمي والأدبي، وكانت أم ماري هي الكاتبة المناصِرة لقضايا المرأة، ماري وولستونكرافت، التي ماتت إثر مضاعفات بعد ولادة ماري. وكان والدها هو الفيلسوف الأناركي والروائي ويليام جودوين، وكان من بين أصدقائه عالِمَا الكيمياء ورائِدَا البحث في مجال الكهرباء، هامفري ديفي، وويليام نيكولسون، والشاعر المدمن للأفيون صامويل تيلور كوليردج. وكل هذه العوامل شكّلت تفكيرها في مرحلة الشباب، ودعّمها زوجها شيلي، الذي انخرط في العلوم بجامعة أكسفورد، قبل طرده من الجامعة، بسبب إلحاده.

المسرحيات ذات الطابع القوطي

تُعَدّ أسطورة فيكتور فرانكنشتاين ـ العالِم الشاب المجنون، رغم مثاليته، الذي حرّر المسخ الذي صنعه من دون قصد، وعانى كثيرًا لكي يتحمل مسؤولية صنيعه ـ مزيجًا مثيرًا بين الرواية العاطفية ذات الطابع القوطي، والتأملات المزعجة. وقد أثبتت أنها قابلة للتعديل بصورة مذهلة؛ لتُعرض في مختلف الصور، فقد ظهرت في صورة مسرحية لأول مرة تحت اسم «افتراض: أو مصير فرانكنشتاين» ، Presumption: or the fate of Frankenstein التي عُرضت في دار الأوبرا الإنجليزية في سنة 1823، وسط حضور كثيف، ولكنها حظيت بشهرة مشينة، إذ ترددت آنذاك مقولة: "لا تصطحبوا زوجاتكم، ولا بناتكم، ولا عائلاتكم إلى هذه المسرحية". وقد حضرت ماري شيلي العرض، مع ملاحظة أنه "في العروض الأولى فقدت النساء جميعهن وعيهن، وأعقب ذلك هرج ومرج". ومنذ ذلك الوقت، كان هناك أكثر من 90 قولبة مسرحية للرواية، بما في ذلك المسرحية التي أخرجها داني بويل في سنة 2011 بمسرح لندن القومي، وافتُتحت المسرحية بخروج كائنٍ عارٍ من رحم اصطناعي نابض، هائل الحجم. كما استُخدمت القصة في ما يزيد على 70 فيلمًا، منها رائعة جيمس ويل «فرانكنشتاين»، الذي أخرجه سنة 1931، وقام ببطولته بوريس كارلوف. وفي مايو من هذا العام، شهد دار الأوبرا الملكي في لندن عرض باليه فرانكنشتاين. وقد حَلَّل القصة كريستوفر ليام سكارليت ـ مصمِّم رقصات الباليه ـ بدهاء في إطار رومانسي: "هذا المسخ مثل الطفل. يبحث ـ بلا كَلَل ـ عن أمر، أو أب، أو شخص يحبه؛ ليرافقه في هذا العالم".

وعلى الرغم من أن الأسطورة معروفة، فإن الرواية الأصلية لم تنل القَدْر ذاته من الشهرة، فقد صدرت منها ثلاث طبعات، إذ بدأت ماري شيلي كتابة الطبعة الأولى من القصة ـ ربما في صورة قصة قصيرة ـ في مفكِّرتين بفيلا ديوداتي، وأفاضت في سرد تفاصيلها من شتاء عام 1816، حتى أوائل عام 1817، بأسلوب نثري مباشر وبسيط، ولكنه يتميز بالقوة (لم تنشر القصة التي كتبتها في المفكرتين حتى عام 2008). أمّا الطبعة الثانية، فقد أَجْرَى زوجها عليها تعديلات طفيفة، وكان أسلوبها أدبيًّا أكثر من الطبعة التي تسبقها، ونُشرت في سنة 1818. أمّا الثالثة، فقد راجعتها ماري شيلي وحدها، وأجرت عليها تعديلات جذرية، ونُشرت سنة 1831، وكتبت لها مقدمة جديدة مذهلة.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

لم تتغير الحبكة الدرامية في كل الطبعات، ولكن كانت النبرة تزداد كآبة في كل مرة. وأصبح فرانكنشتاين أكثر حماسًا وطموحًا، ولكن علمه بات ينذر بالخطر، وضلّ طريقه "شعرتُ أن روحي تصارع عدوًّا ملموسًا"، وأصبح المسخ الذي صنعه منبوذًا أكثر من المجتمع، ومعذَّبًا. وتتضمن المقدمة التي كتبتها في سنة 1831 استحضارًا مبدعًا لمسابقة السرد التي جرت في الفيلا. أسْمَت ماري كتابها "ابنها المنفِّر"، وزعمت أن الفكرة لمعت في ذهنها فجأة كلمعان البرق في الصيف عند الاستيقاظ من كابوس مرعب. "لقد رأيت بعينين مغمضتين، ولكن برؤية ذهنية حادة، طالبًا شاحب اللون في مجال الفنون المحرمة، يجثو على ركبتيه بجوار الشيء الذي جمع أجزاءه معًا. رأيتُ الطيف القبيح لرجل مستلق على سطح ما، ثم أظهر بعض علامات الحياة، بتأثير محرك قوي، وتحرَّك قليلًا بحركات مضطربة وشبه حيوية".

على أي حال؛ ربما يكون الكتاب ذا مغزى فكري، فأفضل رواية مرعبة معاصِرة هي رواية «مَصَّاص الدماء» لبوليدوري. كَتَبَ بوليدوري، بعد أن تخرَّج في كلية الطب بجامعة إدنبره، رسالة الدكتوراة عن السير أثناء النوم. وقبل الرحلة، كلَّفه الناشر جون مواري بكتابة سجل سري لمغامرات بايرون، وقد دَوَّن فيه الحوارات الفكرية التي دارت بين جماعة الأصدقاء في الفيلا، وسرد الروايات المرعبة ذات الطابع القوطي الألماني. وقبل كل شيء، لاحظ النِّقاشات واسعة النطاق التي دارت بينهم عن المبادئ العلمية الأساسية، وما إذا كان بَدَن الإنسان "مجرد أداة، كما يَعتقِد البعض"، إذ "انطلقت" الأفكار من أدمغتهم، على حد وصف بوليدوري.

حقيقةٌ علمية

كان بوليدوري قد عرف بتجارب البَعْث الكهربائية، التي كان قد أجراها عالِم الفيزياء الإيطالي جيوفاني ألديني، ابن أخت عالِم الكهرباء الحيوية ليوجي جالفاني، والنظريات الفلكية الجديدة لعلماء الفسيولوجيا، مثل جوهان فريدريك بلومينباخ. كما أُثير لغط واسع حول الجدل "الحيوي" العنيف الذي احتدم في الكلية الملكية للجرّاحين بين جون أبيرنيثي، ووِيليام لورِنس، حول إمكانية وجود "قوة حيوية" كهربائية، والطبيعة الفريدة للوعي الإنساني. وقد أدَّت كل هذه الأفكار المثيرة للجدل في الجامعات العريقة ومراكز الأبحاث في أوروبا إلى تكوين «فرانكنشتاين»، ولا سيما في الموضوعات الأخلاقية التي أُثيرت في الرواية حول مخاوف التدخل العلمي في الطبيعة.

بدأت عملية الكتابة بعد ذلك، وتضمَّنَتْ بحثًا دؤوبًا على مدار شهور طويلة، حسبما ذكرت شيلي للمرة الأولى في دفتر يومياتها في يوم 24 يوليو 1816. لقد كانت تسير في منطقة «شامونيه»، متجهةً صوب جبل مونت بلانك، متأمِّلة منظر الأنهار الجليدية الكئيب، الذي ستنقله لاحقًا في المواجهة الرئيسة بين العالِم والمسخ في الكتاب. "لا شيء على وجه الأرض يُشْعِرُك بالوحشة مثل صعود هذا الجبل. وقد وَصَلْنا مُبتَلَّيْن من قمة رأسينا، حتى أخمص أقدامنا، وبدأت أكتب قصتي". ولم تظهر ملاحظاتها عن فرحتها باستكمال المسودة الأولى للكتاب، "فرانكنشتاين مكتوبة ومنقحة.. لقد أنهيت الكتابة"، إلا في إبريل ومايو من سنة 1817، قبل أربعة أشهر من ميلاد طفلتها الثالثة، كلارا. ولم يكن من قبيل المصادفة الاستعارات المجازية التي يعجّ بها الكتاب عن الحمل، والولادة، والأبوة، للإشارة إلى بعث الحياة.

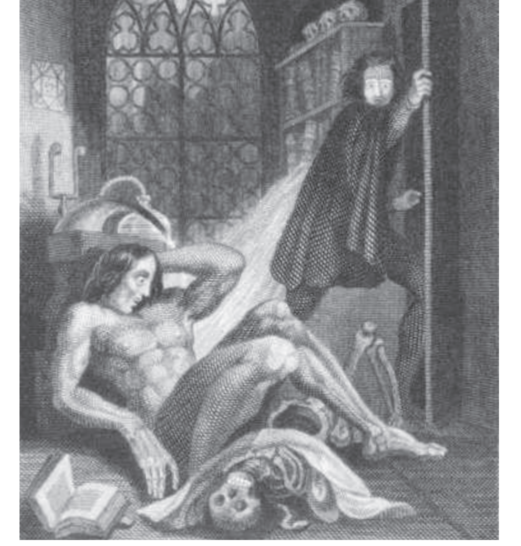
وابلٌ من التأثيرات

يكشف دفتر اليوميات الذي كتبته ماري شيلي في إنجلترا في الفترة السابقة لتأليف الرواية عن قائمة لافتة للانتباه، تضم الكتب التي قرأتها. لقد استغرقت في وصف جورج أنسون ـ المغالَى فيه ـ في سياق الاستكشافات القطبية في رواية «رحلة حول العالم» *Voyage Round the World*، التي نُشرت في عام 1748، وعرفت الفرق بين الخيمياء (الكيمياء قديمًا)، والكيمياء الحديثة في رواية «عناصر فلسفة الكيمياء» *Elements of Chemical Philosophy* لديفي، المنشور سنة 1812 (التي تقوم على محاضراته الشهيرة في لندن)، واستوعبت المفاهيم الحديثة لتطور الدماغ البشري، التي سبر لورانس أغوارها في محاضراته عن الموضوعات الفسيولوجية، التي ألقاها من عام 1816 إلى عام 1817. وقد تعرفت شيلي من خلال قصيدة «أغنية الملاح القديم» *Rime of the Ancient Mariner*، التي كتبها كوليريدج سنة 1798، على سيكولوجية الإثم والهجر، وتعرَّفت في رواية «الفردوس المفقود» *Paradise Lost* ـ التي كتبها جون ميلتون في سنة 1667 ـ على فكرة الطريد الشيطاني. وقد أوضح زوجها في التمهيد الذي كتبه لطبعة 1818 ـ بدون أن يذكر اسمه ـ أنهما قد ناقشا الشعر العلمي لإيرازموس داروين في «معبد الطبيعة» *The Temple of Nature*، أو «منشأ المجتمع» *The Origin of Society* سنة 1803. وقد أعادت شيلي صياغة كل ما قرأته في قالب جديد بصورة رائعة؛ لتُخْرِج لنا نوعًا جديدًا من الأدب القصصي، وهو الخيال العلمي.

ومن ثم، فإن محاضرات ديفي، التي ألقاها في المعهد الملكي بلندن، نقلتها شيلي بحنكة مع وضع بعض العبارات مكان الأخرى، وفي بعض الأحيان، نقلت كلامه نصًّا تقريبًا، لتُخْرِجه على لسان شخصية دكتور والدمان، حين كان يشيد بأعمال العلماء المعاصرين لفرانكنشتاين الشاب. "هؤلاء الفلاسفة ينفذون إلى ثنايا الطبيعة، ليعرفوا كيف تعمل في الأماكن المتوارية عن الأنظار. لقد صعدوا إلى السماء، واكتشفوا كيف تعمل الدورة الدموية، وطبيعة الهواء الذي نستنشقه، وقد اكتسبوا قوى جديدة تكاد تكون غير محدودة، ويمكنهم أن يأمروا البرق في السماء، ويقلدوا الزلزال، ويحاكوا العالم الخفي بظلالهم".

مِن مسودتها الأولى، وضعت شيلي تركيبة معقدة، تضم سردًا ذاتيًّا على لسان ثلاث شخصيات، كل منها داخل الآخر، مثل العرائس الروسية، وكل سرد يقدم تفسيرًا مختلفًا لأسطورة فرانكنشتاين. السرد الأول، لا يُذكر غالبًا في الأفلام والمسرحيات المأخوذة من القصة، وقد كتبه روبرت والتون، المستكشِف القطبي، وعبَّر عنه في صورة خطابات كتبها لأخته، وتنهي به شيلي الرواية في المحيط القطبي الشمالي، ويعرض فيه قضية أخلاقية. هل فرانكنشتاين المثالي محبّ للخير، أم أعماه طموحه، أم أنه ـ ببساطة ـ مجنون؟ وهل هذا المسخ شرير، أم بريء؟ هل هو منبوذ قبيح، أم ضحية مضطَهَد، يبحث عن الحب؟

والسرد الذاتي الثاني لفرانكنشتاين نفسه، ولا سيما اكتشافه المرعب لـ"إغراءات العلوم" العميقة. وهذه الفصول الأولى من بين العروض الخيالية المبكرة لتعليم العالِم الشاب، مع الإشارة إلى ما يكتنف التجربة من غموض، والتفاؤل الساذج بفكرة توليد الكهرباء بالطائرات الورقية، والافتتان بالمضخات الهوائية. وبعد أن نقلت شيلي هذا الوصف ببراعة في طبعة 1831، أصبح في صورة إشارات أكثر تعقيدًا إلى «الجلفانية»، وحتمية الرياضيات، وعبقرية إسحق نيوتن، والفرحة الغامرة عند سماع محاضرة علمية ◄







الوَحْش الذي صنعه فرانكنشتاين، كما ظهر في طبعة الكتاب التي صدرت في سنة 1831، ولعب دوره بوريس كارلوف في سنة 1931، وفي أحد عروض الباليه التي أقيمت في سنة 2016.

TOP: ILLUSTRATION: THEODORE VON HOLST/PHOTO: THE BRITISH LIBRARY BOARD, 1 1660.E.39; MIDDLE: UNIVERSAL/THE KOBAL COLLECTION; BOTTOM: BILL COOPER/ROH 2016

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

◀ يلقيها مُحاضِر يتمتع بشخصية جذابة، وما يكتنفها من أخطار.

والسرد الثالث، الذي لم يظهر إلا في منتصف الرواية بهدف الإثارة، هو سرد الكائن نفسه. وقد كُتِب هذا السرد بأسلوب مختلف تمامًا، إذ تَرَاوَح بعنف بين التعجب اليائس، والمناشدة المثيرة للشفقة، والتهديد الغاضب. وقد تَوَسَّل المسخ للعالِم، في المواجهة الحاسمة بينهما على جبل مير دي جلاس، لينخرط في تجاربه العلمية، ويصنع له شريكة لحياته، يمكن أن يبادلها الحب.

وقد وافق فرانكنشتاين، بعد أن واجه هذه المعضلة الأخلاقية الشنيعة، كما يُغفل في الغالب منظر تصنيع الكائن الثاني في معمل سري في جُزُر أوركني بمحاذاة شمال شرق اسكتلندا، ثم دَمَّر الأنثى التي كان يصنعها في آخِر لحظة، خوفًا من العواقب، ليتحول المسخ المحبَط إلى شيطان مشبَّع بروح الانتقام. وهنا، تَجَلَّت المأساة الرئيسة للرواية.. فلم تضع شيلي بعث الحياة فحسب موضع تساؤل، بل وضعت معه الطموح العلمي أيضًا. فقد طرحت تساؤلات حول الخيارات الأخلاقية التي تتكشف يومًا بعد يوم، والمسؤوليات الأخلاقية غير المتوقعة التي قد تصاحِب التطورات العلمية: الذكاء الاصطناعي، أو الحياة الاصطناعية، والطاقة النووية، أو الأسلحة النووية، وتسلسل الجينوم، أو التحرير الجيني واسع الانتشار.

> «تَستحضِر الفصول الأولى ما يكتنف التجارب من غموض، والحماس الساذج لفكرة توليد الكهرباء بالطائرات الورقية، والافتتان بالمضخات الهوائية».

وهناك مفارقة أخرى، جعلت من رواية شيلي أفضل من أيّ فيلم استند إلى القصة، وأفضل مِن وصْفها الشهير بأنها أسطورة معادية للعلوم. وهذه المفارقة تكمن في الحوار الذي دار بين العالِم والمَسْخ، إذ أصبح المسخ أكثر تعبيرًا وأكثر إنسانيةً عن فرانكنشتاين، إذ خاطب المسخ فرانكنشتاين متوسلًا إليه بأن يكون عادلًا، وأن يكون متفهِّمًا ورحيمًا، ومطالبًا بحقوق الإنسان. وفي المواجهة التي دارت بينهما في جبال الألب، أعلن المسخ أن فرانكنشتاين هو المسؤول الأوحد عن صنعه: "كان مِن المفترَض بي أن أكون آدم، ولكني بدلًا من ذلك.. أصبحت الملاك المطرود من الجنة. في كل مكان أرى سعادةً، حُرِمتُ منها وحدي، بلا رجعة. لقد جعلني البؤس شيطانًا... فلو جلبتَ لي السعادة؛ سأكون شخصًا فاضلًا مرة أخرى".

وهذه هي عبقرية الشباب الدائمة، وجموح الخيال، اللذان يميزان رواية «فرانكنشتاين» لماري شيلي، إذ تعلن شيلي من خلال القصة أن المنبوذ، أو الغريب، أو المطرود سيطالب بحقوقه يومًا ما من الجنس البشري، ومن علومنا. ■

ريتشارد هولمز مؤلف رواية «عصر العجائب» The Age of Wonder ، التي فازت بجائزة الجمعية الملكية للكتب العلمية في سنة 2009.
البريد الإلكتروني:
richard.holmes.biog@gmail.com

تنمية الطفل

دراسة معرفية تدعو للتخلي عن قوالب الرعاية الأسرية

تنقِّب **جُوزي جلوسيوسز** ـ باستمتاع ـ في دراسةٍ أجرتها أليسون جُوبْنِك عمّا تتطلَّبه تنشئة الأطفال من احتواء لأمور فوضوية وغير مُرَتَّبة.

أَظْهَرَ موقع «أمازون» في الشهر الماضي 186,262 نتيجةً عند البحث عن «كتب الرعاية الأسرية» Parenting books. احتوت النتائج على عناوين لكتب معينة، منها: كتاب «الطفل ذو العقل الكامل: 12 استراتيجية مبتكرة لتنمِّي عقل طفلك أثناء طور النمو (ديلاكوريت، 2011)، *The Whole-Brain Child: 12 Revolutionary Strategies to Nurture Your Child's Developing Mind* ، من تأليف دانْيِل سيجل، وتينا باين برايسون، وكتاب للمؤلفة إيلاين جليكمان، بعنوان «طفلك مزعج، وأنت السبب» *Your Kid's a Brat and It's All Your Fault* (تارتشر بيريجي، 2016)، وكتاب «احصل على طفل جديد بحلول يوم الجمعة» *Have a New Kid by Friday* (ريفيل، 2012)، من تأليف الدكتور كيفين ليمان. وهذا على سبيل المثال، لا الحصر.

تشير أليسون جُوبْنِك في كتابها البحثي العميق «البستاني والنجار» *The Gardener and the Carpenter* إلى أن مصطلح «الرعاية الأسرية» Parenting - (يقصد به تنشئة الطفل في بيئة رعاية داعمة مستدامة تساعده على البقاء.)- بدأ في الانتشار في السبعينات بالتزامن مع تراجع المصادر التقليدية الحصيفة التي كان يُسترشَد بها في تربية الأطفال، مثل العائلات الممتدة. تقول جُوبْنِك ـ اختصاصية علم نفس النمو (أو كما تصف نفسها: الجدة التي تدير مختبرًا لعلوم الإدراك في بيركلي) ـ إن جهود التربية الحديثة هذه تحمل رسالة مضلِّلة، إذ تفترض تلك الرسالة أن تقنيات أو خبرات تربية الأطفال "الصحيحة" ستجعل من طفلك شخصًا ناجحًا عندما يكبر، ولكن جُوبْنِك ترى أن الالتزام بخطة محددة لتحويل مادة خام إلى منتَج، ليس إلا أسلوبًا ينتهجه النجار، الذي تقتصر مهمته على جعل الكرسي ثابتًا، أو الباب سليمًا.



الأطفال يتعلمون بصورة أفضل أثناء اللعب الخالي من التوجيه.

DETAIL PARENTING/ALAMY STOCK PHOTO

تقول جُوبْنِك إنّ الأدلة العلمية قليلة حول ما يقوم به الأبوان من "تغييرات بسيطة"، مثل التدريب على النوم، "وما ينتج عنها من آثار مؤكدة يمكن توقعها على المدى البعيد على هؤلاء الأطفال". تشبه تربية الأطفال والاعتناء بهم رعاية حديقة، حيث تتطلب "الكثير من الحرث الشاق، والتمرُّغ في السماد"؛ لخلق مساحة آمنة للتنشئة تساعد على الإبداع والتكيف والقدرة على مواجهة التحديات. يركِّز منهج جُوبْنِك على مساعدة الأطفال على إيجاد طريقهم بأنفسهم، حتى وإن كان مختلفًا عما نريده لهم. إنّ مرحلة الطفولة الطويلة التي يتميز بها الجنس البشري تمنح الأطفال فرصة جيدة للاستكشاف والاستثمار والاختبار، قبل أن يخرجوا إلى العالم الخارجي المليء بالمفاجآت.

البستاني والنجار: ما يخبرنا به علم تنمية الطفل الحديث حول العلاقة بين الأبوين والأبناء
أليسون جُوبْنِك
فارار، ستراوس آند جيرو: 2016.

في منهج جُوبْنِك "للتخلي عن الرعاية الأسرية"، تصبح الاضطرابات الانفعالية الناتجة عن التنوعات الجينية ـ أو ما تُطلِق هي عليه "الفوضى" ـ مصدرًا للإبداع الذي يسهم في خلق مجموعة واسعة من الأمزجة والميول لدى هؤلاء الأطفال. فالبعض يحب المغامرة، وبعضهم الآخر خجول، والبعض يجيد التركيز (وهي ميزة في النظام المدرسي المصاب بهَوَس الاختبارات)، ومنهم الصيادون بالفطرة ("فهُم دائما في حالة تأهب للتغيرات حتى وإن كانت تغيرات بيئية طفيفة"). تقول جُوبْنِك إنه على مدار التاريخ، رَفَعَ هذا التنوع قدرة المجتمعات على مواجهة التحديات، مثل الرغبة المُلِحَّة لدى البدو القدامى في استكشاف بيئات جديدة. فعلى سبيل المثال.. يسعى الأشخاص الذين يميلون إلى "التحفظ" إلى اتخاذ إجراءات لتأمين المغامرين.

تكشف جُوبْنِك عن تأثير نموذج رعاية وتربية الأطفال على الكيفية التي يَستكشِف بها الطفل ما حوله من أشياء، وتتحدث عن مجموعة كبيرة من التجارب التي تُظْهِر أن الأطفال يتعلمون أقل من خلال "طرق التدريس المتعمَّدة المفتعلة"، مقارنةً بالتعلم عن طريق المشاهدة، والاستماع، والمحاكاة. فعلى سبيل المثال.. إذا نظرنا إلى قبيلة الكيتشي من شعب المايا في جواتيمالا، سنجد أن الأطفال الصغار جدًّا الذين تَلَقَّوا القليل من التعليم الرسمي يتقنون مهارات معقدة وخطرة يقوم بها الكبار ـ مثل استخدام المنجل ـ عن طريق مشاهدتهم للكبار وهم يقومون بهذه المهام مرارًا وببطء. وفي واحدة من التجارب التي أجرتها جُوبْنِك باستخدام «كاشف البليكيت»

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ـ وهو بمثابة صندوق يضيء ويُصْدِر أصواتًا موسيقية عند وضع مزيج معين من المكعبات عليه ـ تَمَكَّن الأطفال أبناء الأربعة أعوام والخمسة أعوام من التوصل إلى مزيج غير معتاد من المكعبات، على الرغم من أن هناك مكعبات كانت تشغل الكاشف عند استخدامها منفردة، وكان الأطفال الأصغر سنًّا أكثر مهارة ممّن يكبرونهم في إيجاد الخيارات بعيدة الاحتمال.

استشهدت جُوبْنِك أيضًا بعدد من الدراسات عن اللعب، الذي هو نشاط مهم جدًّا للنمو البشري، لدرجة أن الأطفال انخرطوا في اللعب حتى في معسكرات الاعتقال النازية. وتكشف الأبحاث حول الدلافين، والغربان، والثعالب، أن ما تمارسه صغار هذه الحيوانات من لعب أثناء الصيد والحفر والعراك يسهم في تطوير المهارات التي تحتاجها هذه الحيوانات بعد البلوغ. تُصْدِر صغار الفئران أثناء اللعب مواد كيميائية ضرورية تُسمَّى «المرسلات الكولينية»، وهي مواد تلعب دورًا في المحافظة على مرونة بعض أجزاء المخ، المسؤولة عن السلوك الاجتماعي. وتوضح جُوبْنِك أن الفئران المحرومة من اللعب في الصغر تستطيع عندما تكبر أن تدافع عن نفسها، أو أن تهاجم أيّ فئران أخرى تحاول الاعتداء عليها، أو الاقتراب منها، إلا أنها لا تستطيع تمييز الأوقات المناسِبة لتتصرف فيها بأي من تلك الأفعال. وتضيف قائلة إنّ معظم الآباء من البشر "لديهم ذلك الشعور الغامض بأن اللعب شيء جيد". وتزعم جُوبْنِك بأن اللعب هو أحد أهداف تربية الأطفال، التي تنطوي على مفارقة؛ إذ ليس له أهداف في حدّ ذاته. وتوصلت إليزابيث بوناويتز ـ الباحثة في مجال النمو المعرفي الحسابي ـ إلى أنه عندما يوضح البالغون للأطفال كيفية اللعب بالألعاب التي تُصْدِر صريرًا، فإن الأطفال يقلدونهم، بينما عندما يتْرُكون لألعابهم، فإنهم غالبًا ما يحاولون تجربة حركات مختلفة، حتى يكتشفوا كل ما تستطيع اللعبة فعله.

«توجِّه جُوبْنِك نقدًا لاذعًا للنظام التعليمي الحديث».

توجِّه جُوبْنِك نقدًا لاذعًا للنظام التعليمي الحديث، الذي يعتمد بصورة متزايدة على الاختبارات المصيرية الحاسمة. وتوضِّح أن هذا الاتجاه يتواكب مع الزيادة في حالات الإصابة باضطراب قصور الانتباه وفرط الحركة (ADHD)، الذي تتم معالجته في الولايات المتحدة بأدوية لها مضاعفات جانبية خطيرة، مثل الإدمان. وهنا نلاحظ إخلاص جُوبْنِك للأفراد موضوع بحثها، ومنهم حفيداها أوجي، وجورجي، اللذان تسميهما "الملهِمَيْن الحقيقيَّين"، واللذان تضيف طرائفُهما إلى دراساتها نكهةً خاصة.

تذكِّرني تلك الطرائف بتوأمَيَّ المبهجين المبدعَين غير المنضبطَين، البالغَين من العمر خمسة أعوام، اللذَين كبرا وأصبحا مشاغبَين، ولكن وَدُودَين. وتخلص جُوبْنِك إلى أن "أهم مكافأة للأبوين ليست في درجات الأبناء الدراسية المرتفعة، ولا نجاحهم في كل عام، ولا حتى تَخَرُّجهم، ولا زواجهم، بل إنّ المكافأة الحقيقية تكمن في السعادة الحسية والنفسية التي تشعر بها أنت في كل لحظة لكونك مع هذا الابن ـ أو الابنة ـ تحديدًا، وكذلك السعادة التي يشعر بها هو الآخر ـ أو هي الأخرى ـ في كل لحظة لأنه معك، أو لأنها معك". ■

جوزي جلوسيوسز تكتب في موضوعات العلوم والبيئة لدوريات متعددة، منها: *Nature*، وناشيونال جيوجرافيك، وهاكاي.
تويتر: josiegz@

ملخصات كتب



حكاية الفأس: كيف غَيَّرت ثورةُ العصر الحجري الحديث بريطانيا

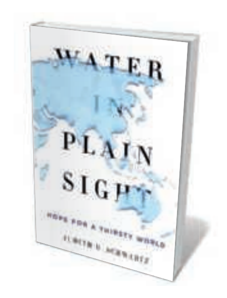
ديفيد مايلز، ثيمز آند هدسون (2016)

تتناول هذه الأطروحة اللامعة ـ التي تدرس حقبة العصر الحجري الحديث في بريطانيا ـ الفأس المصنوعة من الحجر المصقول ـ التي تعطي تلك الحقبة اسمها ـ باعتبارها بوابة نحو فترة ما قبل التاريخ، وكشفًا شمل المادة، وكيفية تطويعها واستخدامها. وبالاعتماد على البحوث الثرية، من تشاتالويوك في تركيا إلى ستونهنج في بريطانيا، قام عالِم الآثار ديفيد مايلز بتقديم تسلسل تاريخي متماسك، يتناول المراحل الأساسية التي سبقت وصول الأدوات، والزراعة، والتعدين إلى الجُزُر البريطانية. ويُعَدّ هذا الكتاب متعدد الطبقات ـ كالطبقات التي تختبئ تحتها الكشوف الأثرية ـ صورة فنية متحركة للشعب البريطاني عند نقطة تحوُّل ثقافي وتقني مهمة.

الطبيعة في المدينة: بنجالورو في الماضي، والحاضر، والمستقبل

هاريني ناجيندرا، مطبعة جامعة أكسفورد، الهند (2016)

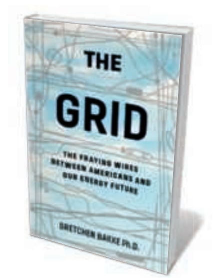
في ظل تنمية غير منظَّمة، وسكان يُقَدَّر عددهم بحوالي 10 ملايين شخص، تُعَدّ مدينة بنجالورو ـ وهي بمثابة «وادي السيليكون» الهندي، وتعرف كذلك باسم «بنجالور» ـ قاربًا قديمًا وسط طوفان من الحداثة. تبحث الدراسة التي أجرتها عالمة البيئة الحضرية هاريني ناجيندرا في التاريخ البيئي العميق للمدينة، وفي دورها في الحقبة الاستعمارية، باعتبارها «جاردن سيتي» الهند، وفي معاناتها الحالية من التلوث والإقصاء الاجتماعي، والانفصال المتزايد للسكان عن الطبيعة. وعبر عمليات بحث استقصائي متعددة، بدءًا من صور الأقمار الاصطناعية، وحتى المقابلات مع سكان الأحياء الفقيرة، تخلص المؤلفة إلى أن "المدن تحتاج إلى أن تكون ذكية بيئيًّا، بما لا يقل عن ذكائها الاجتماعي"، وترى حلولًا في المشارَكة الشاملة في المدينة من جانب كلٍّ من الحكومة، والمجتمع المدني.



مياه على مرمى البصر: أملٌ لعالَمٍ ظمآن

جوديث دي. شوارتز، سانت مارتنز (2016)

يتطلب الأمن المائي حلولًا شمولية ذات منظور بيئي. وهذا ما تناقشه جوديث شوارتز في هذه الرحلة العالمية المتميزة؛ للبحث عن أساليب مبتكرة لاستعادة التربة، والتنوع الحيوي، وحصاد المياه. في زيمبابوي، يكشِف عالِم البيئة آلان سافوري كيف أن الرعي المكثف للحيوانات البرية المجترة يساعد على امتصاص التربة لحوالي 95% من مياه الأمطار، ويتيح الفرصة للأنهار كي تتعافى. وفي البرازيل، يستعرض الباحث أنطونيو نوبري كيف تدمِّر عملياتُ إزالة الغابات «ديناميكية الغابات-الأمطار» الفريدة من نوعها في الأمازون، وتعزز الجفاف. وفي صحراء تكساس، يكشف المتخصص في الزراعة المستدامة ماركوس أوتمِرْز عن إنشاء «نظام بيئي قائم على أشكال مختلفة من قطرات الماء». إنه لكتاب ملهِم.



الشبكة: الأسلاك المهترئة بين الأمريكيين، ومستقبل الطاقة لدينا

جريتشن باكي، بلومزبيري (2016)

تذكِّرنا عالمة الأنثربولوجيا الثقافية جريتشن باكي في هذه الدراسة المُقْنِعة بأن شبكة الكهرباء التي تتحكم في إمدادات الطاقة في الولايات المتحدة مهترئة للغاية، وليس ذلك بسبب السناجب القارضة فحسب. وعلى المستوى الوطني، مِن غير المتوقع أن تتوافق محطات توليد الطاقة مع الناتج المحلي المتغيِّر من الطاقة المتجددة. وتتبع باكي الشبكة منذ بدايات إنشائها على أيدي روّادٍ، مثل قطب الأعمال صامويل إنسول، مرورًا بمراحل تطورها التقني والسياسي والصناعي. وتتوصَّل المؤلفة إلى أن العمل من أجل إنشاء "شبكة ذكية ذات معالِج قوي، وقادرة على إصلاح نفسها بنفسها" هو المفتاح لطاقة يُعتمد عليها.



وسرعان ما سمعْتُ رياحًا تعوي: التاريخ الطبيعي للهواء المتحرك

بيل ستريفر، ليتل، براون (2016)

مثلما يشهد له كتاباه «البرد» 2009، و«الحرارة» 2013 (الصادران عن ليتل، براون)، يتخذ عالِم الأحياء وكاتب الطبيعة بيل ستريفر طرفي النقيض. وفي الوقت الحالي، يتناول الرياح العاتية، بدءًا من الأعاصير الحلزونية، حتى رياح سانتا آنا؛ بحثًا عن تاريخ علمي للعواصف والظواهر الجوية وطاقة الرياح، مما سطره الروّاد من أمثال إدموند هالي عالِم الفلك وواضع خرائط الرياح التجارية في القرن السابع عشر. ويسرد ستريفر وقائع رحلته خلال إبحاره من تكساس إلى جواتيمالا، ناقلًا لحظة بلحظة القصة الممتعة التي نتعلم فيها كيف نفكّ شفرة «الهواء المتحرك». **باربرا كايسر**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

رحيل قامة علمية

(2016–1946)

الموت يغيّب أحمد زويل، حائز جائزة نوبل، ورائد كيمياء ليزر الفيمتو، عن عمر يناهز السبعين عامًا، تاركًا العديد من الاكتشافات العلمية والتراث الخالد.

كان زويل هو العالِم العربي الأول والوحيد الذي حاز جائزة نوبل للعلوم، وهو الأب الرائد لكيمياء الفيمتو، مجال الكيمياء الفيزيائية، الذي يدرس التفاعلات الكيميائية الأساسية، وصولًا إلى قياس الحركة الذرية من خلال استخدام ومضات الليزر فائقة القِصَر.

وبفضل ابتكاره لنظام يمكنه دراسة التفاعلات الكيميائية في الوحدة الزمنية البالغة الصِّغَر 'فيمتو ثانية'، يتمكن العلماء الآن من تجميد حركة الذرات ودراسة تطور البنى الجزيئية مع تكشُّف التفاعلات ومرورها إلى الحالة الانتقالية.

وكان العالِم المصري الأمريكي، الحائز الأوحد على جائزة نوبل في الكيمياء لعام 1999، مستشارًا للرئيس الأمريكي باراك أوباما لشؤون العلوم والتكنولوجيا، وأول مبعوث أمريكي للعلوم إلى الشرق الأوسط. كما كان أيضًا أستاذ كرسي لينوس بولينغ في الكيمياء، وأستاذ الفيزياء، ومدير مركز الفيزياء الحيوية للعلوم والتكنولوجيا فائقة السرعة في معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا (Caltech).

في معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا، في عام 2008، ترك أحمد زويل انطباعًا لدى المجتمع العلمي مرة أخرى عندما طوّر وفريقه المجهر الإلكتروني رباعي الأبعاد، وهي الطريقة التكنولوجية التي تلتقط وتعيد ابتكار الحركة وديناميات التغيرات العابرة في بنية المادة وشكلها، في الوقت الحقيقي، والمكان الحقيقي.



د. أحمد زويل، رمز الإنجازات لكثير من العرب.

DOUGLAS A. LOCKARD/ CHEMICAL HERITAGE FOUNDATION

وفي مصر، يُعَد زويل نموذجًا للمثابرة. فقد وُلد في أسرة متواضعة في دمنهور عام 1946، وعاش ودرس في الإسكندرية في ظل ظروف أقل من عادية، ولم يكل الكيميائي الشاب في مواجهة الظروف الصعبة، ولمع نجمه عندما انتقل أخيرًا إلى الولايات المتحدة (وبعبارة أخرى إلى حاضنة علمية أكثر اخضرارًا)، حيث حصل على درجة الدكتوراة في جامعة بنسلفانيا. ومن هناك انتقل إلى جامعة كاليفورنيا المرموقة في بيركلي، ثم إلى معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا.

بعد حصوله على شهرة عالمية بفضل اختراقاته العلمية، ومنحه جائزة نوبل، كثرت زياراته إلى مصر. وكثيرًا ما تحدث بصراحة عن حالة العلم في مصر والمنطقة، دافعًا نحو إعادة إحياء الأساليب المدفوعة بالفضول، والعودة إلى البحوث العلمية الأساسية. وحارب طلبًا لاستثمارات قوية في البرامج البحثية والإرشادية، ومن أجل أجواء تشجِّع على التبادل الفكري بين مصر والمجتمع العلمي الدولي.

كانت القاعدة التي اتبعها زويل هي عدم التركيز على الاضطرابات السياسية في الشرق الأوسط؛ ليس على الأمور الضائعة أو الأخطاء الحادثة، بل على "ما الذي يمكن عمله الآن"؟

في تعليق أدلى به لـ(نيتشر مِيدِل إيست) منذ أكثر من عامين، كتب قائلًا إنه "يجب أن تحدث تغييرات ثورية، لا تدريجية، في التعليم والفكر العلمي".

بفضل المجهر الإلكتروني الذي ابتكره زويل، يمكن للعلماء الآن مراقبة البنية الثابتة للمواد بدرجة دقّة تفوق جزءًا من المليار من المتر طولًا. في ذلك الوقت، ذكر زويل -بشاعرية عالية- أن حلمه كان دومًا أن نتمكن من أن ننظر، لا على الوقت فحسب، بل على الفضاء أيضًا؛ لكي "نرى البنية الهندسية لنظام معقد على المستوى الذري، مع تغيّره بمرور الوقت، سواء كان ذلك للأمور المادية أو البيولوجية".

وبعيدًا عن التقدم في المختبر، ربما سيُذْكَر زويل في مصر بشكل معادل؛ نظرًا لما قدمه في مجال الخدمة العامة بإسهاماته المستمرة في مجالي العلم والتعليم، وكذلك لمآثره العلمية. فمشروعه المميَّز، مدينة زويل للعلوم والتكنولوجيا، تعتبره مصر مقدمة للنهضة العلمية، ويعدّ مشروعًا وطنيًّا.

لقد فتحت الجامعة والمركز العلمي - التي أسسها الدكتور أحمد زويل - أبوابَها للطلاب في عام 2012، على الرغم من التأخير والسقطات التي سبقت ذلك، وبعد فترة وجيزة من فورة الربيع العربي.

وقد مُنِح زويل وسام قلادة النيل العظمى، الوسام الأرفع في مصر، كما وضع الرئيس الفرنسي اسمه على لائحة جوقة الشرف. وكان عضوًا منتخبًا في أكاديميات وجمعيات علمية، منها الأكاديمية الوطنية للعلوم، الجمعية الملكية في لندن، والجمعية الفلسفية الأمريكية، والأكاديمية الفرنسية، والأكاديمية الروسية، والأكاديمية الصينية، والأكاديمية السويدية. وقد حاز عددًا كبيرًا من الدرجات الفخرية، من ضمنها تلك التي حصل عليها من جامعتي أكسفورد وكامبريدج.

وفي غيابه، ومع اجتياز المنطقة لأوقات عصيبة على العديد من الجبهات، ربما باستثناء الجبهة العلمية؛ حيث الجهود الحقيقية الموجهة نحو إعادة إحياء آمال ممكنة وإن كانت بطيئة حيث براعم الأمل، نكاد نسمع صدى كلماته. إنها براعم الأمل التي زرعها زويل عندما استعد لنقل ثقافة العلم والتعلم بمجملها إلى وطنه الأم. إن زويل، في أعين الكثيرين في هذه المنطقة، وخاصة بين الأجيال الشابة، هو في الواقع أكبر من عالِم؛ إنه قصة نجاح وُلدت من رحم المعاناة والمشقة، والانتصار على الصعاب. ■

باكينام عامر، نائب رئيس تحرير موقع *Nature Middle East*

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أبحـــاث

أنبـاء وآراء

علم الأحياء الدقيقة

مضادات حيوية تحت أعيننا مباشرةً

للبكتيريا المستوطنة طبيعيًّا في الجسم أدوار كثيرة للحفاظ على الصحة. وقد قام باحثون مؤخرًا بالتعرف على نوع من البكتيريا المستوطنة في الأنف، تنتج مضادًّا حيويًّا فعالًا ضد أحد العوامل المُمْرِضَة.

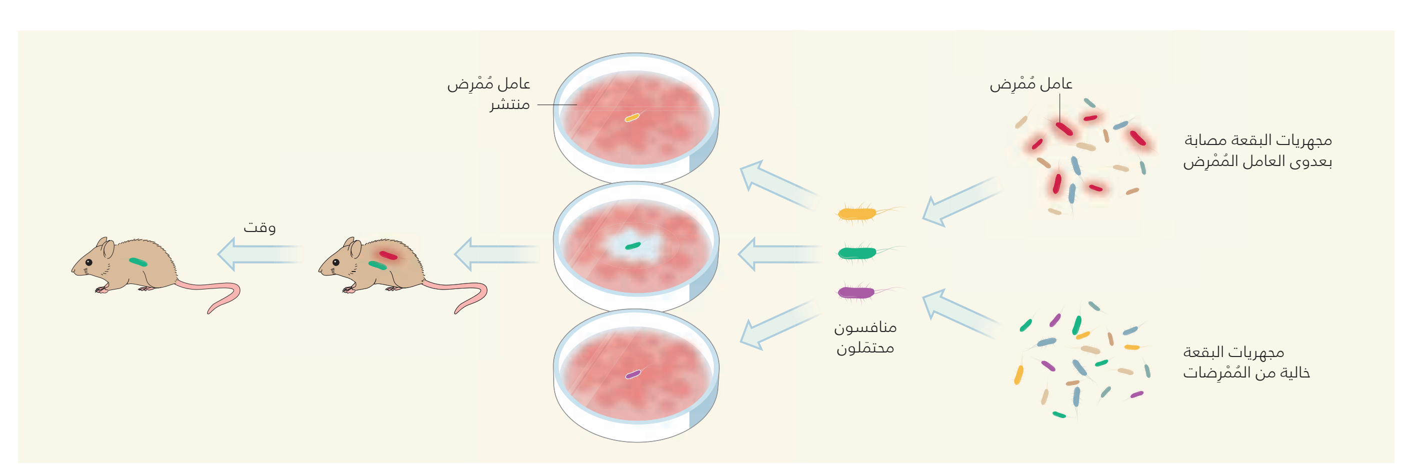
كيم لويس، وفيليب ستراندويتس

ينتشر قلق حاد في العيادات حاليًّا حيال تزايد "الجراثيم الفائقة" المقاومة للمضادات الحيوية، مثل سلالات بكتيريا العنقوديات الذهبية المقاوِمة للميثيسلين *Staphylococcus aureus*، المعروفة باسم *S. aureus* ـ وتُسمى اختصارًا "مرسا" MRSA ـ التي طوَّرت مقاومةً تجاه عديد من المضادات الحيوية الرئيسة. ونظرًا إلى تزايد السلالات البكتيرية المقاوِمة، فإن العثور على المزيد من المضادات الحيوية أمر ضروري. وبرغم أن معظم المضادات الحيوية قد تم عزلها من بكتيريا تعيش في التربة، إلا أن زيبرر وزملاءه[1] تعرفوا على مضاد حيوي تنتجه إحدى أنواع البكتيريا المستوطنة للأنف في البشر، ظهر أن له فعالية ضد سلالات "مرسا".

تُعتبر بكتيريا *Staphylococcus aureus* مُمْرِضًا بشريًّا انتهازيًّا؛ بالإضافة إلى تَسَبُّبها لحالات عدوى "مرسا"، وهي أيضًا مسؤولة عن العديد من حالات العدوى الأخرى، بما فيها تلك التي تحدث في مجرى الدم (تَجَرْثُم الدم)، وبطانة القلب (التهاب الشغاف)، أو العدوى التي تحيط بالأعضاء الصناعية المزروعة في الجسم. وتوجد هذه البكتيريا في الأنف لدى حوالي 30% من السكان، مما دفع الكثيرين إلى بذل جهود لمحاولة إنهاء استيطانها في الأنف، بواسطة مضادات حيوية متنوعة[2]، وهو أمر مثير للجدل، نظرًا إلى الجهود المبذولة للحدّ من استعمال المضادات الحيوية، لكنْ كيف يستطيع 70% من السكان مقاومة استيطان هذا النوع من البكتيريا؟

إن وجود أنواع عديدة من البكتيريا في الأنف ـ بما في ذلك أنواع أخرى من بكتيريا *Staphylococcus* ـ يرتبط سلبًا بوجود بكتيريا *S. aureus*، إلا أن آلية نمط الانتشار هذه، إضافة إلى التثبيط المفترض لغزو بكتيريا *S. aureus* (ما يُطلق عليه "مقاومة الاستيطان")، دائمًا ما كانت غامضة[3]. وللتحقق من صحة هذه المقاومة البكتيرية المحتملة، قام زيبرر وزملاؤه بمسح 90 عيّنة من عينات بكتيريا *Staphylococcus* المأخوذة من تجويف الأنف في البشر، متضمنةً أنواعًا عديدة منها؛ لاختبار مسألة تثبيط نموّ بكتيريا *S. aureus*.

وقد وُجِد أن إحدى السلالات المكتشَفة ـ *Staphylococcus lugdunensis* ـ قامت بالقضاء على مجموعة نامية من بكتيريا *S. aureus*، مما يشير إلى أن هذه السلالة تفرز مركبًا يسبِّب تكسير وانحلال بكتيريا *S. aureus*. وباستخدام مكتبة من طوافر سلالة *S. lugdunensis* التي تم تعطيل بعض جيناتها الفردية، تمكَّن الباحثون من تحديد نسخة طافرة وحيدة لم تستطع تثبيط بكتيريا *S. aureus*. وبدراسة هذه النسخة الطافرة، تم تحديد المركَّب المسؤول عن تثبيط البكتيريا، وهو مضاد حيوي من الببتيد، أطلق عليه المؤلفون اسم "لوجدونين" lugdunin. وتشير نتائج زيبرر وزملائه إلى أن العلاج بواسطة بكتيريا *S. lugdunensis* (أو استخدام المضاد الحيوي لوجدونين) ربما يشكّل أداة قيِّمة لمنع استيطان بكتيريا *S. aureus* في العيادات.قد يبدو غريبًا أن ينتج أحد أعضاء مجهريات البقعة البشرية ـ المجتمع البكتيري الذي يعيش فى الجسم ـ مضادًّا حيويًّا، لكن على أي حال، تتكون مجهريات البقعة من أكثر من ألف نوع مختلف[4]، يتنافس الكثير منها على المكان والعناصر المغذية، كما أن مستوى الضغط الانتقائي للقضاء على بكتيريا الجوار مرتفع. ويمكن ملاحظة هذه المنافسة الشرسة بمراقبة أنماط المجتمعات البكتيرية التي يرتبط وجود نوع معين فيها سلبًا مع وجود نوع آخر[5].



الشكل 1 | نهج للتعرف على المضادات الحيوية الطبيعية. قام زيبرر وزملاؤه[1] بتحليل تزامن وجود مجهريات البقعة البشرية (أي المجتمع البكتيري الذي يعيش في الجسم) مع بعضها البعض؛ لتحديد أنواع البكتيريا التي لا توجد مع البكتيريا المُمْرِضَة المستهدَفة. وبشكل فردي، تم اختبار المنافسين المحتمَلين من السلالات البكتيرية، لمعرفة قدرتهم على تثبيط نمو العامل المُمْرِض، ثم تم استنبات ومسح السلالات التي تمكنت من ذلك، للنظر فيما إذا كانت قد أدَّت لظهور مقاومة للاستيطان في نموذج حيواني، أم لا. ومن ثم، قام الباحثون بعزل مركَّب مضاد حيوي مسؤول عن تثبيط المُمْرِض؛ يمكن تطويره أو تطوير الميكروب الذي ينتجه لعلاج الأمراض.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



خمسون عامًا مضت

لا غرو أن يَدِين رئيسًا وزراء فرنسا وبريطانيا بالفضل لعدد قليل من نقاط الاتفاق، التي مَكَّنَتْهما من إصدار بيانهما المشترك، بعد اجتماع عقداه مؤخرًا في لندن. بكل المقاييس، لم تكن المباحثات حول عضوية بريطانيا في المجموعة الاقتصادية الأوروبية مُبَشِّرة. لذا.. كان من غير المعقول أن يرى رئيسًا الوزراء الوقت مناسبًا لاتخاذ قرار جوهري بشأن بناء نفق تحت القناة الإنجليزية، عاجلًا، أم آجلًا. لم تعد مسألة بناء النفق مُقْنِعة، وقد أصبحت السبل البديلة لعبور القناة ـ التي ليست في النهاية سوى شريط مائي ضيق ـ أكثر جاذبية. يبدو الأمر كما لو كانت الحكومتان قد اتخذتا القرار الصحيح في الوقت الخاطئ... ويبقى من المأمول أن تَتَحَلِّيًا بالحكمة، وأن تُعِيدَا النظر في القرار الذي قطعَتَاه والْتَزَمَتَا به، قبل الشروع فعليًّا في حَفْر النفق.

من دورية *Nature*، عدد 23 يوليو 1966

مئة عام مضت

بدأت المدن الصناعية في الولايات المتحدة تدرك ـ مثلنا ـ الآثار الاقتصادية والصحية الخطيرة الناجمة عن عمليات حرق الفحم غير العلمية. فقد شارك الدكتور ويليام إف. إم. جوس في تأليف ورقة بحثية بعنوان "الدخان مصدر لتلوث الغلاف الجوي"، يبدو المؤلف فيها ليس متفائلًا تمامًا في نظرته إلى المستقبل، لكونه يستبعد حدوث تغيير جذري في الممارسات في هذا الصدد، بما من شأنه القضاء على مصادر تلوث الغلاف الجوي الحالية، معللًا ذلك بأن "ما نملكه اليوم من معرفة، لا يكفي لإمدادنا بما يلزم لإحداث تغيير". إننا بصدد التفريط في إرث ثمين ينبغي أن يعود إلى الأجيال القادمة؛ إرث لن يكونوا قادرين على استرداده.

من دورية *Nature*، عدد 20 يوليو 1916

تكمن إحدى الآليات المحتملة لهذه التفاعلات السلبية في إنتاج المضادات الحيوية، فبرغم أن اكتشاف المضادات الحيوية بالطرق التقليدية كان يركِّز على استخراج المركَّبات من البكتيريا التي تعيش في التربة، تَمَكَّن التحليل الجينومي الكامل للميكروبيوم البشري من تحديد عديد من التجمعات الجينية التي ترمِّز لإنزيمات مرتبطة بعملية إنتاج المضادات الحيوية، مثل سنثيز متعدد الكيتيد، أو سنثيتيز الببتيد غير الريبوسومي، إلا أن عددًا قليلًا فقط من هذه المضادات الحيوية قد أمكن استخلاصه داخل المختبر؛ من ضمنهم جزيئات نوعية مثبطة للبكتيريا، يُطلق عليها اسم جزيئات البكتيريوسين[6,7]، ومضادات حيوية ببتيدية كبيرة تُدعى "لانتيبيوتيك" lantibiotics[8]، والمضاد الحيوي "لاكتوسيلين" lactocillin الذي يبدي فعالية ضد عديد من الأنواع البكتيرية المُمْرِضَة[9]. وحتى الآن، لم تتوفر الأدلة التي تربط هذه المركبات بالميزة التنافسية التي قد تبديها، وبالتالي قامت الدراسة الحالية بسد هذه الثغرة.

وجد زيبرر وزملاؤه أن المضاد الحيوي لوجدونين له فعالية ضد عدد من المُمْرِضات، بما في ذلك سلالات "مرسا"، وبكتيريا *Enterococcus* المقاومة للمضاد الحيوي فانكومايسين. ولم تطوِّر البكتيريا التي عولجت بواسطة اللوجدونين مقاوَمة تجاهه. وقد ظهر في الدراسات التي أجريت على الفئران في المختبر وفي الأجسام الحية أن قدرة بكتيريا *S. Lugdunensis* على إزاحة بكتيريا *S. aureus* تعتمد على وجود مسار تخليقي حيوي فعال للمضاد الحيوي لوجدونين.

ومن خلال تحليل 187 مريضًا محتجَزًا في المستشفى، وجد الباحثون أن استيطان بكتيريا *S. aureus* لم يتجاوز 5.9% في الأفراد الحاملين لبكتيريا *S. Lugdunensis*، مقارنةً بـ34.7% في الأفراد غير الحاملين لها. وعند إنتاج بكتيريا واحدة في مكان محدّد بالمضاد الحيوي لوجدونين والمضادات الحيوية المماثلة، يتضح أن لها قدرة كبيرة للتأثير على بنية المجتمع البكتيري. ونظرًا إلى أن بكتيريا *S. Lugdunensis* توجد لدى حوالي 10% فقط من السكان، بينما توجد *S. aureus* في حوالي 30%، ففي الغالب لا يزال هناك المزيد من المضادات الحيوية المسؤولة عن مقاومة استيطان بكتيريا *S. aureus* التي لم تُكتشَف بعد.

وقد وُجد في الفئران أن المضاد الحيوي لوجدونين له فعالية في علاج عدوى الجلد التي تسبِّبها بكتيريا *S. aureus*، إذا ما استخدم بشكل موضعي على سطح الجلد. وباعتبار أن المضاد الحيوي لوجدونين يمكنه تثبيط عملية تصنيع البوليمرات الحيوية الرئيسة (البروتينات، والحمض النووي، ومادة الببتيدوجلايكان) في بكتيريا *S. aureus*، فربما كان من المضادات الحيوية التي تعمل على الغشاء، وفي هذه الحالة سيشكل تطويره لعلاج جهازي تحديًا كبيرًا؛ إذ إنّ مثل هذه المركبات تميل أيضًا إلى الإخلال بأغشية الخلايا لدى الثدييات.

إن طريقة اكتشاف المضاد الحيوي لوجدونين ـ التي أشار إليها زيبرر وزملاؤه في بحثهم ـ تقدِّم نهجًا عامًّا للتحقق من عملية مقاومة مجهريات البقعة البشرية لاستيطان المُمْرِضات، التي تحفِّزها المضادات الحيوية (الشكل 1). ومن خلال الجمع بين البيانات الجينومية والبيانات المتزامنة، يمكن التعرف على البكتيريا التي ترتبط سلبًا بوجود عامل مُمْرِض، والتي تستطيع إنتاج المضادات الحيوية. وقد تصبح هذه الكائنات، أو المضادات الحيوية التي تنتجها، بمثابة الدليل المرشد لاكتشاف الأدوية الجديدة. ■

كيم لويس، و**فيليب ستراندويتس** يعملان في مركز اكتشاف مضادات الميكروبات،جامعة نورث إيسترن، بوسطن، ماساتشوستس 02115، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: k.lewis@neu.edu
p.strandwitz@northeastern.edu

1. Zipperer, A. *et al. Nature* **535,** 511–516 (2016).
2. Popoola, V. O. & Milstone, A. M. *J. Perinatol.* **34,** 805–810 (2014).
3. Liu, C. M. *et al. Sci. Adv.* **1,** e1400216 (2015).
4. The Human Microbiome Consortium. *Nature* **486,** 207–214 (2012).
5. Faust, K. *et al. PLoS Comput. Biol.* **8,** e1002606 (2012).
6. Kommineni, S. *et al. Nature* **526,** 719–722 (2015).
7. Zheng, J., Gänzle, M. G., Lin, X. B., Ruan, L. & Sun, M. *Environ. Microbiol.* **17,** 2133–2143 (2015).
8. Chikindas, M. L. *et al. Antimicrob. Agents Chemother.* **39,** 2656–2660 (1995).
9. Donia, M. S. *et al. Cell* **158,** 1402–1414 (2014).

علم القياس

قطة شرودنجر تقرع حدود عالم الكَمّ

استُخدمت التأثيرات الكمية في أجهزة قياسية كثيرة، عدا تلك الخاصة بالمجالات الكهربائية. ومؤخرًا، تم استخدام ظاهرة التراكب الكَمِّي؛ لتعزيز حساسية مقياس كهربي.

تشارلز إس. آدامز

إن هندسة نُظُم كمية تتفوق على نظيراتها التقليدية في كل المجالات ـ مثل الحوسبة والاتصالات والاستشعار عن بعد ـ لهي تَحَدٍّ كبير يقف أمام تكنولوجيا الكَمّ.

في هذا الصدد، قام فاكون وزملاؤه[1] في بحثٍ نُشر في دورية *Nature*، عدد 535، باستعراض الخطوات الرائدة التي اتخذوها نحو تحقيق هذا الهدف، من خلال جهاز استشعار تمت هندسته بشكل كَمِّي، استنادًا إلى ذرات شاذة، يقوم بقياس المجالات الكهربائية الضعيفة ذات

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

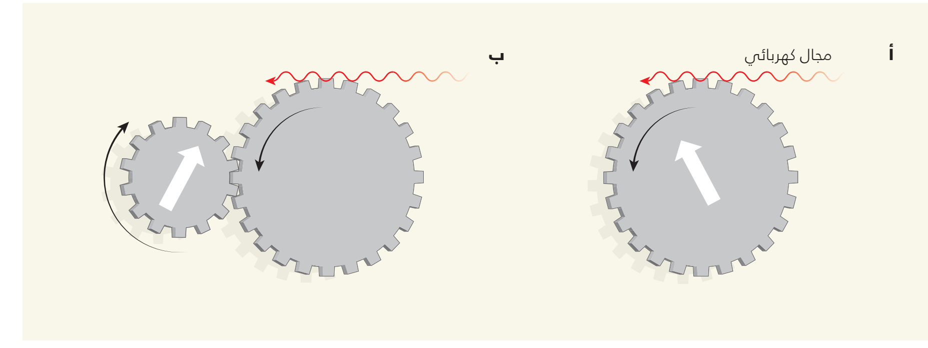
الترددات الموجية الميكروية، بحساسية غير مسبوقة. واللافت للنظر أكثر هو تَمَكُّنهم من القيام بذلك، عن طريق استخدام خدعة كمية، من شأنها أن تنشئ "تروسًا" لزيادة الحساسية، معتمدةً على تطبيق شكل من أشكال ظاهرة التراكب الكَمِّي الممثلة في تجربة قطة شرودنجر الذهنية الشهيرة.

تعمل الذرات المستقلة عن بعضها كمستشعرات رائعة، بسبب حركة إلكتروناتها الخارجية عالية الحساسية للوسط المحيط، التي يمكن رصد أي تغيرات تطرأ عليها باستخدام أجهزة الليزر. وإلى جانب كونها حساسة ودقيقة، لا تحتاج تلك الحساسات الذرية إلى معايرة، على عكس أجهزة الاستشعار الأخرى؛ إذ إن الذرات الخاصة بالعنصر ذاته مطابِقة لبعضها البعض. إن استخدام هذه الأجهزة الذرية لقياس الزمن من شأنه أن يؤسس لنظام تحديد المواقع العالمي "GPS"؛ كما بدأت آثار عمليات استشعار المجالات المغناطيسية في الظهور الآن في مجالات عدة، كالطب، وعلم الآثار، والأمن. وإضافة إلى ذلك.. أصبح الاستشعار الذَّرِّي للتسارع والجاذبية أكثر دقة عن أي نهج آخر[2]. وقد كان معروفًا منذ زمن أنه يمكن تعزيز الحساسية الذرية باستخدام فيزياء الكَمّ[3,4]؛ فعلى سبيل المثال.. لا تزال الساعة الذرية المعتمدة على المنطق الكَمِّي[3] ـ التي ظهرت في عام 2010 ـ واحدة من أدق أجهزة قياس الزمن.

أما القياس الكهربي للمجالات الكهربائية، فقد غاب بشكل كبير عن المشهد. وتمثل الأنواع المختلفة من المجالات الكهربائية ـ مثل تلك المرتبطة بالتيارات الكهربية المستمرة أو المتناوبة ـ تحديات مختلفة للقياس. فقياس المجالات الكهربائية الثابتة (التيار المستمر) عملية مخادعة، إذ إنّ حركة الشحنات الحرة ـ مثل إلكترونات المعادن، أو الشحنات على الأسطح العازلة في الأنظمة التي يمر من خلالها المجال الكهربائي ـ تصعب إزالتها تمامًا، وهي تميل إلى حَجْب المجال.

أما بالنسبة إلى مجالات التيارات المتناوبة عالية التردد، مثل تلك الموجودة في مناطق الموجات الميكروية، أو التيرا هيرتز في الطيف الكهرومغناطيسي، فهي لا تمثل مشكلة كبيرة؛ إذ إن الشحنات الحرة لا يمكنها الاستجابة لمجال التأرجح ـ أي لا تتردد ـ بسرعة كافية لحجبه. والذرات تفعل التصرف ذاته، فهي أيضًا لا تميل إلى الاستجابة إلى هذه المجالات؛ إلا إذا استخدمنا نوعًا شاذًّا من الذرات، يُعرف باسم "رايدبيرج" Rydberg. تتم استثارة الإلكترونات الخارجية لتلك الذرات باستخدام الليزر، بحيث يضعف ارتباطها بالنواة، وتقضي تقريبًا معظم وقتها بعيدةً عنها. كما أن هذا النوع من الذرات شديدة الحساسية للمجالات الكهربائية، وخاصة مجالات الموجات الميكروية التي تتردد مع انتقال الذرات من حالة إلكترونية مثارة إلى أخرى. وفي السنوات القليلة الماضية، تم الجمع بين هذه الحساسية وتقنيات تسمح بتوليد إشارة ضوئية، كاستجابة لمجال كهربائي، لقياس المجالات غير الرنانة[5] وتلك الرنانة[6]، لكن حتى الآن، اعتمدت كل تقنيات القياس الكهربي على الآثار الفيزيائية التقليدية الأساسية.

وبالتالي، كان التحدي المتبقي هو هندسة حالات كمية؛ لزيادة حساسية المقياس الكهربي. وتناولت دراسة فاكون وزملائه هذا الموضوع؛ إذ لم يكتفوا بعرض عملية الهندسة الكمية، بل قاموا أيضًا بالتوفيق بين تسجيلات الحساسية والمقياس الكهربي[6]. ولعل الأمر الأكثر غرابة هو أن تتحقق الحساسية القصوى في نظامهم، عن طريق قياس ذرة واحدة في كل مرة، في حين اعتمدت أجهزة



الشكل 1 | تأثيرات كمية تزيد من حساسية جهاز القياس الكهربي الذَّرِّي. أ، يمكن للمجالات الكهربائية أن تحفِّز الانتقال من الحالة الأرضية الإلكترونية إلى الحالة المثارة في الذرات. يمثل السهم المائل الظاهر هنا في الترس الأول تراكبًا كميًّا بين حالتي الذَّرَّة المثارة والأرضية. في المقياس الكهربي الذري التقليدي، يمكن تصوُّر المجال الكهربائي على أنه يقود الترس الذي يقوم بتدوير السهم. وتعتمد قراءة قوة المجال على ما إذا كان الترس قد دار ليصبح في الموضع الذي يكون فيه السهم مشيرًا إلى أعلى، أكثر منه إلى أسفل، أم لا. وكلما زاد دوران الترس في مجال كهربائي معين؛ ارتفعت حساسية الجهاز. **ب،** استخدم فاكون وزملاؤه[1] التراكب الكمي؛ لإقران الترس الأول بترس ثانٍ، في شكل يشبه التروس الميكانيكية. ولأن الترس الثاني يدور أسرع من الترس الأول في مجال كهربائي معين، فإن حساسية هذا الجهاز أعلى من حساسية المقياس الكهربي التقليدي.

القياس الكهربي[6] السابقة على قياس عديد من الذرات لتحقيق مستوى مماثل من الأداء. أما الجزء الأروع في عملهم، فهو استخدامهم للتراكب الكَمِّي؛ للحصول على هذه النتيجة، وهو مزج بين حالتين، تختلف فيهما قِيَم الطاقة بشكل كبير.

ولِفَهْم كيف يمكن أن يساعد التراكب الكمي، افترِضْ أن هناك جهاز استشعار، زاد عدد ذراته N؛ ومع استقبال المزيد من الإشارات تزداد الحساسية، لكنها لا ترتفع خطيًّا مع ارتفاع عدد الذرات، إذ يزداد الضجيج المصاحِب للإشارات مع الجذر التربيعي لعدد الذرات N. ويعود سبب ذلك إلى أن القراءة الصادرة من أي جهاز استشعار ذري تكون ثنائية، إذ يتم حساب عدد الذرات في حالتين.. الحالة الأرضية، والحالة المثارة. ويختلف عدد الأحداث في إطار زمني معين، تمامًا كما هو الحال عند إلقاء قطعة نقود معدنية (عدد N من المرات)، وإحصاء عدد المرات التي تظهر فيها الصورة؛ ما يُظْهِر أحد أشكال توزيع "بواسون" Poisson. ومن شأن هذه الإحصاءات أن تحدّ من دقة حتى ما يُسمى بالحدّ الكَمِّي القياسي.

وتكمن الخدعة الكمية للتغلب على ضجيج "بواسون" هذا في ربط جميع الذرات بطريقة خاصة. فعلى سبيل المثال.. يمكن ربطها في تَرَاكُب كَمِّي يُعرف بحالة "قطة شرودنجر". مثل هذا التراكب يزيد من فجوة الطاقة بين الحالات الإلكترونية التي تدخل في عملية الاستشعار، مما يجعل النظام أكثر حساسية للاضطراب الخارجي. وتشبه الحساسية المعززة نظامًا من التروس (الشكل 1)، إذ يتسبب المجال الكهربائي في تدوير عجلة ترس مقترنة بأخرى، عن طريق التراكب الكمي. وتدور الثانية أسرع من الأولى؛ وبالتالي تُصْدِر قراءة أكثر دقة. وبذلك.. قد تقترب الحساسية الناتجة من حدّ هايزنبرج، وهو الحد الأقصى الذي يمكن الوصول إليه.

قام فاكون وزملاؤه باستخدام هذا النهج في أداة القياس الكهربي الخاصة بهم؛ لكن بدلًا من استخدام عدد N من الذرات، قاموا باستخدام عدد N من الحالات في ذرة واحدة من ذرات رايدبيرج. وقد نجح الأمر، إذ إن الفرق في الطاقة بين الحالات المتاخمة هو نفسه؛ مثله مثل المسافات بين درجات السلم. وبالتالي، فإن فرق الطاقة بين الدرجة السفلية والدرجة رقم N هو نفس فرق الطاقة بين وجود عدد N من الذرات في الحالة الأرضية، وعدد N من الذرات على درجة السلم الأولى.

وقد استخدم الباحثون أشعة الليزر والمجالات الكهربائية النبضية؛ للوصول إلى حالة قطة شرودنجر التي تؤدي إلى تعزيز الطاقة بعدد مضاعف من القيمة N؛ وبالتالي تحسين الحساسية المطلوبة للقياس الكهربي بمقدار عدد مضاعف من N. إنّ إعداد هذه الحالة هو الجزء الأصعب في الأمر، إلا أن الباحثين بارعون في ذلك، ويُظْهِرون أن بإمكانهم التغلب بسهولة على الحد الكمي القياسي لجهاز الاستشعار الخاص بهم.

ومن خلال تطبيق ما لديهم من خبرة في عالم الكَمّ في القياس الكهربي، فتح فاكون وزملاؤه فصلًا جديدًا في علم القياس الكمي. فجهاز الاستشعار الخاص بهم حجمه كبير إلى حد ما (يمتد إلى أمتار عدة)، ويعمل فقط في ترددات الموجات الميكروية، إلا أن نتائجهم تُظهِر بشكل لافت كيف يمكن لحالة قطة شرودنجر أن تسمح بالقيام بقياسات أكثر دقة. وبالإضافة إلى ذلك.. فإن عملهم يضع أجهزة القياس الكهربي الذرية ـ المصمَّمة بشكل كَمِّي ـ في مصاف أفضل الساعات الذرية وأجهزة قياس المغناطيسية. وعلى الأرجح.. سيسفر المزيد من العمل عن أجهزة تتفوق في الأداء على أفضل أجهزة القياس الكهربي الموجودة حاليًّا، وربما تظهر له تطبيقات أخرى في الرادار الكمي، وعلم الفلك أيضًا. ■

تشارلز إس. آدامز يعمل في قسم الفيزياء، جامعة درهام، درهام DH1 3LE، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: c.s.adams@durham.ac.uk

1. Facon, A. *et al. Nature* **535,** 262–265 (2016).
2. Dickerson, S. M., Hogan, J. M., Sugarbaker, A., Johnson, D. M. S. & Kasevich, M. A. *Phys. Rev. Lett.* **111,** 083001 (2013).
3. Chou, C. W., Hume, D. B., Koelemeij, J. C. J., Wineland, D. J. & Rosenband, T. *Phys. Rev. Lett.* **104,** 070802 (2010).
4. Muessel, W., Strobel, H., Linnemann, D., Hume, D. B. & Oberthaler, M. K. *Phys. Rev. Lett.* **113,** 103004 (2014).
5. Mohapatra, A. K., Bason, M. G., Butscher, B., Weatherill, K. J. & Adams, C. S. *Nature Phys.* **4,** 890–894 (2008).
6. Sedlacek, J. A., Schwettmann, A., Kübler, H., Löw, R., Pfau, T. & Shaffer, J. P. *Nature Phys.* **8,** 819–824 (2012).

علوم الطب الحيوي

حماية الفئران المخدَّرة

هناك عقار معزِّز للإدراك، يُدعى CX546، يقي من التأثيرات العصبية التنكسية لعمليات التخدير المتكررة التي تتعرض لها الفئران الصغيرة؛ عن طريق تنشيط التغيرات العصبية المرتبطة بالتعلم، ومنع موت الخلايا العصبية.

لاورا كورنيليسن، وتشارلز بيرديه

يخضع ملايين الأطفال كل عام لعمليات جراحية تتم تحت تخدير عام، إلا أن الدراسات المجراة على صغار الحيوانات تشير إلى أن التنكس العصبي والاختلال السلوكي العصبي طويل الأمد يظهران عند استخدام التخدير العام في مراحل حرجة من مراحل نمو الدماغ، خاصة بعد التعرض لفترات طويلة لجرعات عالية من العقاقير المخدِّرة[1]. أما الدراسات التي أُجريت على البشر، فقد ظهر فيها كثير من الخلاف؛ فبعضها أكّد هذه النتائج، لا سيما بين الأطفال الرضّع الذين تعرَّضوا للتخدير والعمليات الجراحية عدة مرات[2]، بينما كانت دراسة الحالات والشواهد[3] والتحليل المرحلي[4] لتجربة عشوائية جرت مؤخرًا أكثر طمأنة. وفي تقرير نشره هوانج وزملاؤه[5] في دورية "ساينس ترانسليشونَل ميديسن" *Science Translational Medicine*[5]، ذكروا أن هناك عقارًا يُسمى CX546، يستطيع توفير الحماية العصبية للفئران الصغيرة التي تتعرض بشكل متكرر لعقار الكيتامين المخدِّر.

يعمل الكيتامين في الأساس عن طريق منع إرسال الإشارات بواسطة بروتينات المستقبِل NMDA[6]، التي يفعّلها ناقل عصبي محفز، يُسمى جلوتاميت. قام الباحثون بفحص تأثيرات التخدير بالكيتامين على النشاط العصبي في أدمغة الفئران الصغيرة؛ وبالتصوير داخل الجسم الحي، ظهر أن النشاط العصبي ينخفض أثناء مرحلة الإنعاش بعد التخدير في الحيوانات المعالَجة، مقارنةً بالحيوانات غير المعالَجة. وقد أظهر تحليل البروتينات في نقاط الاتصال المشبكي بين الخلايا العصبية أنه بعد التخدير عدة مرات، انخفض التعبير عن مستقبِلات NMDA في مرحلة البلوغ، وكذلك مجموعة أخرى من بروتينات مستقبِلات الجلوتاميت، وهي مستقبلات AMPA.

يقع عقار CX546 ضمن مجموعة عقاقير معزِّزة للإدراك، تُدعى "أمباكاينز" AMPAkines، وهي تساعد في عملية النقل العصبي المحفز عن طريق مستقبلات AMPA. وقد وجد هوانج وزملاؤه أن هذا العقار قد أوقف عملية موت الخلايا العصبية الدماغية، التي يحفِّزها الكيتامين لدى الفئران الصغيرة، كما استعاد التعبير عن مستقبلات AMPA وNMDA، وحافظ على النشاط العصبي في المناطق الضعيفة في الدماغ. وإضافة إلى ذلك.. حَسَّن العقار من النتائج العصبية السلوكية؛ إذ استطاع مثلًا وَقْف مشكلات التعلم التي يُحْدِثها التخدير المتكرر بواسطة عقار الكيتامين (الشكل 1). كما أظهر الباحثون أيضًا أن العقار قد قام بشكل جزئي باستعادة عملية إعادة بناء الأشواك التغصنية، وهي بِنَى عصبية دقيقة، يُعتبَر تشكُّلها والتخلص منها بعد ذلك أمرًا أساسيًّا لإتمام بعض العمليات المهمة، كعملية التعلم؛ ولا يمكن لهذه البِنَى أن يُعاد تشكيلها بشكل سليم بعد التخدير المتكرر بعقار الكيتامين[7،8].

يُعَدّ الجلوتاميت هو الناقل العصبي المحفّز الأبرز في الجهاز العصبي المركزي، وهو يلعب دورًا مهمًّا في عمليات تقوية الدارات العصبية (عن طريق النشاط المستمر)، وإخمادها (عن طريق ضعف النشاط). لذا.. فإن عقار CX546 يقوم بتعزيز عملية النقل العصبي التي يتوسطها الجلوتاميت، كما يقوِّي الدارات، عن طريق زيادة النشاط العصبي. وربما كانت هذه هي طريقة هذا العقار في حماية الأعصاب عند إعطائه مباشرة بعد فترات النشاط العصبي المنخفض التي تلي التخدير المتكرر بعقار الكيتامين.

تخضع الآن مركّبات عديدة من AMPAkines للتجارب الإكلينيكية على البالغين، كعلاج لمجموعة من الحالات المرضية، بما فيها مرض باركنسون، والفصام، والتوحّد[9]. ويرى هوانج وزملاؤه في CX546 عقارًا واعدًا، وربما يُستخدم كعلاج للوقاية من حالات الخلل العصبي عند الأطفال الرضع، الذين يخضعون للتخدير، وللعمليات الجراحية.

وقد تم طرح مجموعة شديدة التنوع من التوصيات والاستراتيجيات المخفِّفة، كَرَدٍّ على الجدل الدائر حول السميّة العصبية التي يحفِّزها التخدير في الأطفال الرضّع[10]. وفي عام 2012، أثمر التعاون الذي أُطلق عليه اسم "سمارت توتس" SmartTots بين القطاع العام (متمثلًا في إدارة الغذاء والدواء الأمريكية)، والقطاع الخاص (متمثلًا في الجمعية الدولية لبحوث التخدير)، عن التوصية بتأجيل العمليات الجراحية الاختيارية، التي تَستخدِم التخدير العام، إلى أن يبلغ عمر المريض ثلاث سنوات على الأقل، إنْ أمكن[11]، ثم قامت هذه الجهات المختصة بتعديل توصياتها بالدعوة إلى تحقيق التوازن بين المخاطر والفوائد المرجوّة؛ لتوجيه قرارات العلاج الفردي[12].

وبالنسبة إلى عمليات جراحية كثيرة تتم على الأطفال، قد يكون مثل هذا التأجيل غير ممكن، أو ربما يكون ضرره أكبر من نفعه، فمثلًا، قد يؤدي تأخير إصلاح عيوب القلب الخلقية إلى الوفاة، أو إلى ظهور نقائص عصبية، تفوق خطورتها العواقب المحتمَلة للتعرض لمخدر عام. وبشكل مشابه، تكفل عمليات كثيرة تتم على الرأس والعنق في الرضع وفي مراحل الطفولة المبكرة مستوى مثاليًّا من النمو العصبي، عن طريق تصحيح حالات الخلل في السمع، أو الرؤية، أو النطق، أو التغذية، أو عن طريق إزالة السبب في انسداد مجرى الهواء. وفي هذه الحالات، يُعَدّ تجنب التخدير العام ببساطة أمرًا غير عملي، لكن على أي حال، يمكن في بعض الأحيان اللجوء إلى التخدير الموضعي؛ لخفض الجرعة المطلوبة للتخدير العام، أو لتسكين آلام ما بعد الجراحة، كما يمكن اعتبارها في بعض الحالات بمثابة تخدير أوّلي[4]. وتخضع عوامل التخدير البديلة الآن ـ مثل ديكسميديتوميدين، وزينون ـ للفحص؛ كي تُستخدم في العيادات، استنادًا إلى البيانات[13] المستقاة من التجارب على الحيوانات، التي تشير إلى أن السميّة العصبية التي تسببها أقل من تلك التي يُحْدِثها الكيتامين، أو العقاقير المخدرة المستنشَقة المستخدَمة على نطاق واسع (سيفوفلورين، وأيزوفلورين). وبالنسبة إلى الجرعات الممكن استخدامها إكلينيكيًّا، لا يمكن استخدام عقاري ديكسميديتوميدين، وزينون بمفردهما كعاملَي تخدير كامل، كما أن هناك بعض العوائق العملية لاستعمالهما. ومع ذلك.. فكلاهما يحمل في طياته بعض الأمل لخفض جرعات عقاقير التخدير التقليدية بشكل كبير، المطلوبة للحفاظ على حالة التخدير العام.

وهناك عدة أسئلة يجب طرحها قبل استخدام عقار CX546 في التجارب الإكلينيكية، فأولها: هل الدور الذي يلعبه العقار في حماية الأعصاب يخص الكيتامين تحديدًا فقط؟ أم بإمكان العقار أيضًا حماية الأعصاب من عقاقير التخدير الأخرى التي تعمل على دارات عصبية مختلفة؟ والسؤال الثاني هو: ما هي أهمية توقيت تناول العقار لظهور تأثيره الحامي هذا؟ فبرغم قيام هوانج وزملائه بإعطاء عقار CX546 للفئران الصغيرة بعد التخدير، إلا أن إعطاءه أثناء التخدير والجراحة قد يغيِّر الجرعات المطلوبة.

وثالثًا، نظرًا إلى ثبوت قدرة مركبات AMPAkines على تحفيز التنفس[14]، قد يعود دور العقار في حماية الأعصاب – بشكل جزئي - إلى هذا الأمر. وهو بدوره يعالج مستويات الأكسجين المنخفضة، ومستويات ثاني أكسيد الكربون المرتفعة في الدم، التي قد يُحْدِثها الكيتامين وعوامل التخدير الأخرى، إلا أن هوانج وزملاءه لم يقوموا بدراسة وتحليل التنفس أثناء التخدير، أو بعده، ولذا.. يتعين التحقُّق من الأمر. كما يجب تقييم التأثيرات العكسية المحتملة لتعريض الأدمغة لعقار CX546 أثناء مراحل النمو الحاسمة.

الشكل 1 | مكافحة الكيتامين. أ، في الفئران الصغيرة، يؤدي التعرض المتكرر للتخدير بواسطة الكيتامين إلى تثبيط عملية إرسال الإشارات العصبية، الذي تتوسطه البروتينات المستقبِلة AMPA، وNMDA، ويمنع إعادة تشكيل الأشواك التغصنية (الخط المتقطع يشير إلى شوكة، تم وقف إعادة تشكيلها). ويتسبب ذلك في موت الخلايا العصبية، وإضعاف الدارات العصبية، مما يؤدي إلى خلل في التعلم والأداء الحركي. **ب**، يشير هوانج وزملاؤه5 إلى أن عقار يُدعى CX546، يزيد التعبير عن AMPA، وNMDA، وبالتالي يعزّز النقل العصبي المحفز، كما يمكنه إصلاح هذه العيوب، والمحافظة على النمو العصبي الطبيعي.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

لقد سبَّبت الأدوية الوقائية أذى كبيرًا في السابق[15]. وليكون الدواء مفيدًا في الوقاية، يجب أن يكون متوسط عدد الأفراد الذين يمكن معالجتهم به قبل أن يَلحق ضررٌ بأحدهم (ما يُطلق عليه "العدد المطلوب لوقوع ضرر") مرتفعًا جدًّا، ويجب أن يكون متوسط عدد المرضى الذين تجب معالجتهم قبل أن يستفيد شخص واحد إضافي، مقارنة بالنظام العلاجي السابق، أو "العدد المطلوب للعلاج"، منخفضًا نسبيًّا. ومن شأن التجارب الإكلينيكية المصمَّمة لدراسة دور عقار CX546 في حماية الأعصاب في الأطفال الرضع ـ الذين يخضعون للجراحة ـ أن تواجه تحديات خطيرة[16]، كما ستتطلب برنامجًا ممتدًا لدراسة السميّات قبل الإكلينيكية، الذي قام باختبار حيوانات رضع ينتمون إلى عدة أنواع مختلفة.

من الناحية الأخلاقية، ومن ناحية المخاطر والمنافع وحجم التأثير، قد يكون من المناسب إجراء التجارب الإكلينيكية على الأطفال الخاضعين فعلًا لعمليات جراحية متكررة، أو مطوَّلة، أو الذين يتطلبون تخديرًا طويل الأمد، إذ يعاني هؤلاء الأطفال من حالات مرضية معقدة ومتنوعة، إلى جانب وجود مجموعة من العوامل المحيِّرة، التي قد تجعل تجربة الوقاية صعبة، لكنها ليست مستحيلة. ومن الناحية الأخلاقية، سيتطلب الأمر استخدام تجربة عشوائية مزدوجة التعمية، استطلاعية (أي تجربة تدرس المشاركين بعد إدراجهم، وليس بأثر رجعي) ومراقَبة[15،16].

ويُذكر أنه يجب الثناء على هوانج وزملائه؛ لتصميمهم هذه الدراسة المبتكرة، التي تقدِّم علاجًا وقائيًّا منطقيًّا، يستند إلى آليّة، من أجل علاج السميّة العصبية الناجمة عن التخدير في الأطفال الرضع. إنّ عملهم يضيف الكثير إلى فَهْمنا للآليّات التي تدعم فعالية عقار الكيتامين، وتأثيراته، والتدخلات المحتمَلة التي قد تحسِّن النمو العصبي في الأطفال الرضّع، الذين يخضعون للتخدير والعمليات الجراحية. ■

لاورا كورنيليسن، و**تشارلز بيرديه** يعملان بقسم التخدير وما حول الجراحة وطب الآلام، مستشفى بوسطن للأطفال، بوسطن، ماساتشوستس 02115، الولايات المتحدة الأمريكية، وفي قسم التخدير، كلية الطب بهارفارد، بوسطن.
البريد الإلكتروني:
charles.berde@childrens.harvard.edu

1. Disma, N., Mondardini, M. C., Terrando, N., Absalom, A. R. & Bilotta, F. *Paediatr. Anaesth.* **26,** 6–36 (2016).
2. Wang, X., Xu, Z. & Miao, C.-H. *PLoS ONE* **9,** e85760 (2014).
3. Sun, L. S. *et al. J. Am. Med. Assoc.* **315,** 2312–2320 (2016).
4. Davidson, A. J. *et al. Lancet* **387,** 239–250 (2016).
5. Huang, L., Cichon, J., Ninan, I. & Yang, G. *Sci. Transl. Med.* **8,** 344ra85 (2016).
6. Brown, E. N., Purdon, P. L. & Van Dort, C. J. *Annu. Rev. Neurosci.* **34,** 601–628 (2011).
7. Hayashi, H., Dikkes, P. & Soriano, S. G. *Paediatr. Anaesth.* **12,** 770–774 (2002).
8. Vutskits, L., Gascon, E., Tassonyi, E. & Kiss, J. Z. *Toxicol. Sci.* **91,** 540–549 (2006).
9. Urban, K. R. & Gao, W.-J. *Front. Syst. Neurosci.* **8,** 38 (2014).
10. Rappaport, B. A., Suresh, S., Hertz, S., Evers, A. S. & Orser, B. A. *N. Engl. J. Med.* **372,** 796–797 (2015).
11. http://smarttots.org/wp-content/uploads/2015/08/SmartTots-Case-Statement-2013.pdf
12. http://smarttots.org/consensus-statement-supplement
13. Maze, M. *Can. J. Anaesth.* **63,** 212–226 (2016).
14. van der Schier, R., Roozekrans, M., van Velzen, M., Dahan, A. & Niesters, M. *F1000Prime Rep.* **6,** 79 (2014).
15. Sackett, D. L. *Can. Med. Assoc. J.* **167,** 363–364 (2002).
16. Davidson, A. J. *et al. Paediatr. Anaesth.* **25,** 447–452 (2015).

فيزياء المادة المكثفة

إلكترونات متجاذبة من الهندسة النانوية

تتنافر الإلكترونات عن بعضها البعض، بسبب شحناتها السالبة. ومؤخرًا، ومن خلال تجربة حديثة، تم تأكيد نظرية عمرها خمسون عامًا، تنص على أن الإلكترونات قد تجذب بعضها البعض أيضًا، نتيجةً لتنافرها من إلكترونات أخرى.

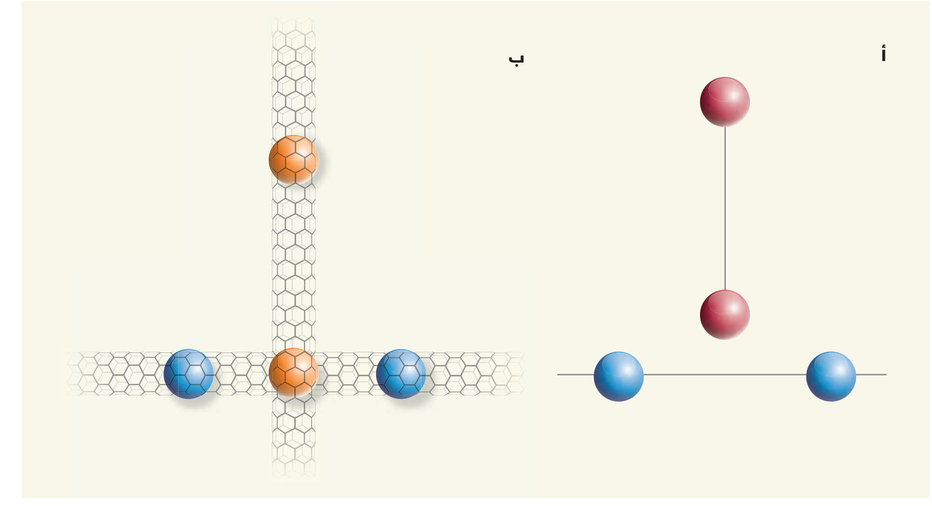
تاكيس كونتوس

يصف قانون كولوم القوة الموجودة بين جسيمين مشحونين، مثل التنافر المتبادل بين إلكترونين سالبي الشحنة؛ وقد تم إثباته بتجارب عديدة. ورغم ذلك.. يمكن للإلكترونات الموجودة في المادة أن تجذب بعضها البعض أيضًا. وقد استعرض هامو وزملاؤه[1] في بحثهم المنشور في دورية *Nature*، عدد 536، آلية تجاذب إلكترونية بحتة، وأثبتوا أن تنافر الإلكترونات داخل المواد الصلبة يمكن تحويله إلى تجاذب بمساعدة إلكترونات أخرى، مما يؤيد نظريةً اقترحها منذ وقت طويل الفيزيائي وليام ليتل[2].

إن فكرة جذب الإلكترونات لبعضها البعض لهي محور نظرية باردين–كوبر–شريفر (BCS) للتوصيل الفائق[3]، التي تفسر كيفية عمل الموصِّلات الفائقة التقليدية، مثل الألومنيوم. وبناءً على تلك النظرية.. تجذب الإلكترونات بعضها البعض عن طريق اهتزازات تشابكية تُسمى فونونات، إلا أن هذه الآلية تفرض بعض القيود، فمثلًا تحكُم الطاقة المميزة للفونونات ـ التي تُسمى تردُّد "ديباي" Debye ـ درجة الحرارة، التي يمكن للمادة التوصيل الفائق، إذا انخفضت إلى ما دونها (درجة الحرارة الحرجة).

بعد وقت قصير من ظهور نظرية BCS، اقترح ليتل مخطط جذب "إكسيتوني" مختلفًا، حيث تجذب الإلكترونات بعضها البعض، نتيجةً لتنافرها من الإلكترونات الأخرى، في تشابه مع التجاذب بواسطة الفونونات[2] (الشكل -1أ). ولشرح الآلية الإكسيتونية، قام ليتل بافتراض وجود إلكترونين (ممثلَين للنظام) يتفاعلان مع جزيء قابل للاستقطاب (وللتبسيط.. فلنفترض أن المستقطب هو جزيء من ذرتين). لدى المستقطب إلكترون واحد حر الحركة، يتحرك بين ذرتي الجزيء. وبإمكان أحد إلكترونات النظام أن يتنافر مع إلكترون المستقطب، تاركًا خلفه منطقة موجبة الشحنة. ومن ثم، ينجذب الإلكترون الآخر في النظام لتلك المنطقة، وبالتالي ينجذب إلكترونَا النظام إلى بعضهما البعض.

إن الطاقة المميزة للآلية الإكسيتونية هي الفرق في الطاقة بين الحالتين الإلكترونيتين الخاصتين بالمستقطب (حالتي الترابط، وعدم الترابط)[4]؛ إذ من الممكن ـ من حيث المبدأ ـ أن تكون أكبر بكثير من تردُّد ديباي لمعظم المعادن. لذلك.. كان من المتوقع أن توفر الآلية الإكسيتونية درجة حرارة حرجة أعلى من تلك التي كان من المعتقَد حينها أنها ضرورية من أجل نظيرها الفونوني. ذلك التوصيل الفائق في درجات الحرارة العالية مرغوب للغاية من أجل التطبيقات العملية، وقد حفَّز



الشكل 1 | الآلية الإكسيتونية للإلكترونات المتجاذبة. أ، في عام 1964، قام الفيزيائي وليام ليتل بطرح تصميم لتجربةٍ يمكنها إثبات نظريته بأن الإلكترونات يمكنها جذب بعضها البعض، بسبب تنافرها من إلكترونات أخرى[2]. يشمل طرحه جزءين: زوجًا من الإلكترونات (اللون الأزرق) داخل سلسلة من الإلكترونات (أو "النظام")، وجزيئًا قابل للاستقطاب (أو "المستقطب")، مكوَّنًا هنا من ذرتين (اللون الأحمر). **ب،** يستخدم هامو وزملاؤه[1] أساليب الهندسة النانوية لإتمام التجربة التي صَمَّمها ليتل. في تجربتهم، يتكون النظام من إلكترونين داخل أنبوب كربون نانوي، ويتكون المستقطب من زوج من آبار طاقة الوضع (اللون البرتقالي) داخل أنبوب كربون نانوي منفصل. تُوضع الأنبوبتان متعامدتين على بعضهما البعض، بحيث يكون أحد آبار طاقة الوضع الخاصة بالمستقطِب موضوعة فوق النظام مباشرة. وعند تقليل المسافة الفاصلة بين الأنبوبتين، يؤدي وجود المستقطب إلى جذب إلكترونات النظام لبعضها البعض.

احتمال إنجازها نشاطًا نظريًّا وتجريبيًّا مكثفًا. وقد كان من المعتقَد أن الآلية الإكسيتونية ربما تكون مسؤولة عن التوصيل الفائق للموصلات الفائقة العضوية؛ إلا أنه بعد أعوام من النِّقاش المكثف، أصبح من المقبول الآن في العموم أنها ليست كذلك[5].

تواجِه الجهود المبذولة لإيجاد موصِّل فائق يعتمد نشاطه على الآلية الإكسيتونية مشكلتين رئيستين: لا بد من اكتشاف مادة يمكن تطبيق اقتراح ليتل عليها، ولا بد أن تؤدي الآلية الإكسيتونية في تلك المادة إلى توصيل فائق[4]. وقد قرر هامو وزملاؤه فصل المشكلتين عن بعضهما البعض. كان هدفهم إثبات آلية التجاذب الأساسية في إحدى المواد، بدون اشتراط وجود التوصيل الفائق. وإضافة إلى ذلك.. بدلًا من محاولة إيجاد المادة المرغوبة في الطبيعة، قام المؤلفون بتصنيعها باستخدام تقنيات هندسية نانومترية.

وعلى عكس اقتراح ليتل الأصلي، فإن مستقطب المؤلفين بمثابة جزيء اصطناعي: زوج من آبار طاقة الوضع داخل أنبوب كربون نانوية، موضوعة على رقاقة. ويتم بناء النظام الإلكتروني داخل أنبوب كربون نانوي منفصل آخر، على رقاقته الخاصة، ثم يتم وضع الأنبوبتين النانويتين متعامدتين على بعضهما البعض (الشكل 1ب)، واحدة فوق الأخرى داخل مجهر المجس الماسح. وبعد تبريد الجهاز لحوالي 10 ملِّي كِلفن، يتم تقريب الأنبوبتين من بعضهما البعض لمسافة حوالي 100 نانومتر. ومن الممكن للباحثين حينها مراقبة تأثير المستقطب على سلوك إلكترونات النظام، وخاصةً التأكد مما إذا كانت الإلكترونات تجذب بعضها البعض، أم لا.

لتجربة هامو والمساهمين معه عدة مزايا رئيسة. فمادة الأنبوبة النانوية الخاصة بهم تخلو من الشوائب بشكل تام تقريبًا؛ مما يسمح بالتحكم بحرص في الطاقة الكهربائية التي تؤثر على الإلكترونات داخل كل أنبوب نانوي. كما تسمح التجربة المُعَدَّة التي استخدمها الباحثون تجميع وفك العناصر الرئيسة لاقتراح ليتل بدقة ـ أي النظام نفسه والمستقطب ـ ودراسة تكوُّنها وتفاعلاتها.

على عكس العمل على جزيئات حقيقية، سمحت قياسات الباحثين للتيار الكهربائي واستشعار الشحنة للجزيئات الاصطناعية بوضع توصيف مباشر لجميع مستويات الطاقة ذات الصلة في التجربة. على سبيل المثال.. التفاعل بين إلكترونات النظام يمكن تحديده من خلال قياس الإشارة الصادرة من المقاييس الكهربية الموضوعة داخل أنابيب الكربون النانوية، أو من التيار الذي يسري في الأجهزة، كدالّة مكوَّنة من قِيَم الجهد المطبَّقة. وباستخدام هذه التقنيات، استنتج المؤلفون أن الإلكترونات كانت متجاذبة، مؤكدين صحة آلية ليتل الإكسيتونية.

وفي ضوء نتائج هامو وزملائه، يمكننا الآن أن نحلم بتصميم أنواع جديدة من الموصِّلات الفائقة. وبرغم ذلك.. فإن صناعة بلورة كاملة ـ أو حتى سلسلة قصيرة ـ من المادة الخاصة بالمؤلفين سوف تكون مهمة عظيمة. وحيث تبدو الآلية الإكسيتونية مناسبةً في الأبعاد المكانية الأقل من ثلاثة، فسوف يتنافس التوصيل الفائق حتمًا مع الظواهر الأخرى التي تؤثر على السلوك الكهربائي (مثل موجات كثافة الشحنات العازلة)[4]. وإضافة إلى ذلك.. فإن الانقسام بالترابط وعدم الترابط ـ الذي أنتجته التجربة المصمَّمة من قِبَل المؤلفين ـ يتطلب درجات حرارة منخفضة (تقع دون نطاق درجات كِلفن).

ومع ذلك.. فإن التجاذب الإلكتروني البحت الذي تم إثباته شامل للغاية، بحيث يمكن نقله إلى أي نوع من المواد التي يمكن فيها رفع بعض تلك القيود، أو كلها إن أمكن. وبالرغم من أن التجربة المصمَّمة من قِبَل هامو والمساهمين معه لن تشكل الأساس لموصل فائق إكسيتوني عملي، إلا أنها ستكون مفيدةً إن استُخدمت كجهاز محاكاة كَمِّي للموصِّلات الفائقة من أجل البحوث الأساسية. لذا.. فمن المحتمَل أن تنضم إلى الملامح الأساسية التي تميز صندوق الأدوات الكَمِّي الخاص بعلم النانو. ■

تاكيس كونتوس يعمل بمختبر بيير إيجرين، مدرسة الأساتذة العليا، 75231 باريس، فرنسا.
البريد الإلكتروني: kontos@lpa.ens.fr

1. Hamo, A. *et al. Nature* **535,** 395–400 (2016).
2. Little, W. A. *Phys. Rev.* **134,** A1416–A1424 (1964).
3. Bardeen, J., Cooper, L. N. & Schrieffer, J. R. *Phys. Rev.* **106,** 162–164 (1957).
4. Hirsch, J. E. & Scalapino, D. J. *Phys. Rev. B* **32,** 117–134 (1985).
5. Jérome, D. in *The Physics of Organic Superconductors and Conductors* (ed. Lebed, A) 3–16 (Springer, 2008).

علم الفينولوجيا

التفاعلات بين التغيُّر المناخي والأنواع

في أي وقت من العام تكون الأحداث الفينولوجية في الأنواع حساسة للتغيرات المناخية؟ وما مقدار هذه الحساسية؟ إن الإجابة على هذين السؤالين تنبثق من تحليل ثروة من حزَم البيانات التي تم تجميعها على مدى طويل.

مارسيل إي ڤيسّر

فصل الربيع وقت مثير من العام، ففيه تتفتح الأزهار، ويخرج النحل من راحته الشتوية، وتعود الطيور المهاجرة إلى مواضع تناسلها. كل هذه الأحداث الفينولوجية (الخاصة بالعلاقة بين التغيرات المناخية، وأحداث النباتات الدورية، ودورة حياة الأحياء) تم رصدها لعقود في المملكة المتحدة عبر الفصول المختلفة بواسطة العلماء المختصين، وهواة العلم من المواطنين العاديين على حد سواء (شكل 1). ورغم أن الكثير من

هذه المشروعات بدأ العمل فيها قبل أن ندرك أن درجة حرارة العالم ترتفع، فإن هذه السلسلة طويلة الأمد توفر الآن بِنْيَة تحتية قَيِّمَة لتوثيق تأثير التغير المناخي العالمي على الطبيعة. وفي بحث نُشر في دورية *Nature* في عدد 237، استخدم ثاكيري وآخرون[1] ما لا يقل عن 10.003 حِزَم بيانات فينولوجية، جُمِعَتْ كلُّها على فترات بلغت مدتها 20 عامًا على الأقل، ليقيسوا المعدلات غير المتساوية، التي تتغير بها الأحداث الفينولوجية لمجموعات الأنواع المختلفة. إنّ تغيُّر المناخ يقود إلى إرباك التوافق بين الأنواع من حيث الفينولوجيا (دراسة الأحداث البيولوجية)، ومن ثم يسبِّب مشكلاتٍ في العلاقات البيئية.

يؤدي تغيُّر المناخ إلى تبدُّلات غير متساوية في الأحداث الفينولوجية للأنواع[2]. ولفَهْم سبب ذلك.. درَس الباحثون حساسية الأحداث الفينولوجية لاثنين من متغيرات المناخ، في طيف عريض من الأنواع. لقد طرح الباحثون سؤالين محدَّدَين، هما: أي أوقات السنة تكون فيها الأنواع حساسة لدرجة الحرارة وهطول الأمطار؟ وما مدى حساسية دورات الأحداث الفينولوجية لهذين المتغيرين؟، وذلك لكل سلسلة زمنية من سلاسل الأحداث الفينولوجية، البالغ عددها 10.003 سلاسل. إن السؤالين وثيقا الصلة بالموضوع، لأن المناخ قد تغيَّر ـ وسيواصل التغيُّر ـ بطريقة غير موحَّدة على مدار العام. فهناك فترات زمنية تدفأ أسرع من فترات أخرى، ومن ثم فإنّ نوعين لهما الحساسية نفسها لدرجة الحرارة ـ ولكن في أوقات مختلفة ـ قد تتزحزح أحداثهما الفينولوجية بمعدلات مختلفة.

وجد مؤلفو البحث ـ في المجمل ـ أن الأنواع في المستويات المختلفة (المواقع) في السلسلة الغذائية لم تختلف من حيث الوقت خلال العام الذي تكون فيه حساسة للتغيرات السنوية في درجة الحرارة، لكنها اختلفت في مدى حساسيتها. لقد وُجِد أن حساسية الأحداث الفينولوجية لدرجة الحرارة في الأنواع ذات الموقع المرتفع في السلسلة الغذائية (المستهلِكات الثانوية) تقل كثيرًا عن نظيرتها في الأنواع الموجودة في قاعدة السلسلة، أي المنتِجات الأولية والمستهلِكات الأولية، التي تبلغ حساسيتها لدرجة الحرارة ضعف حساسية المستهلِكات الثانوية. وكانت المستهلِكات الثانوية أيضًا أقلّ حساسية لتغيرات هطول المطر. وبضم حساسيات النوع إلى سيناريوهات المناخ، يتنبأ الباحثون أنه بحلول عام 2050 ستكون المستهلِكات الأولية قد أزاحت توقيت أحداثها الفينولوجية بمعدل الضعف، مقارنةً بالأنواع التي توجد في المستويات الغذائية الأخرى، ولكنْ لماذا تستجيب الأنواع المنتمية إلى المستهلِكات الثانوية لدرجة الحرارة على نحو أضعف من استجابة المستهلِكات والمنتِجات الأولية، وفي النهاية، سيستخدم المفترس والفريسة درجة الحرارة كمؤشر لتوقيت أحداثهما الفينولوجية؟

السبب هو أن الأنواع التي تنتمي إلى مستويات غذائية مختلفة لا تعتمد على مؤشر درجة الحرارة نفسه بالضبط. فالأنواع المختلفة تستجيب لدرجة الحرارة في أوقات مختلفة من العام. فعلى سبيل المثال.. بيضة فراشة الشتاء التي يبلغ قطرها ملِّيمترين، وتظل كامنة لمدة أشهر على شجرة بلوط ارتفاعها 40 مترًا، تتمكن من الفقس خلال أيام من بزوغ براعم عائلها. من الواضح أن هذين النوعين لديهما آليّتان فسيولوجيتان مختلفتان جذريًّا، تحدِّدان أحداثهما الفينولوجية، وسوف يستخدم النوعان مؤشرات مختلفة؛ لتحديد توقيت هذه الأحداث. لذا.. فرغم أنه سيكون



الشكل 1 | مواطن من هواة العلم. إن الدراسة التي أجراها ثاكيري وزملاؤه[1] حول كيفية تَزَحْزُح الأحداث الفينولوجية في مجموعات من الأنواع، استجابةً لتغير المناخ، ترتكز على سجلات سابقة لوقائع تم جَمْعها بواسطة هواة العلم، والعلماء أيضًا.

هناك ارتباط بين هاتين المجموعتين من المؤشرات، فإن المؤشر الذي يستخدمه المستهلك ـ الفراشة في هذه الحالة ـ لن يكون دائمًا موثوقًا به، إلى حد ما. وتُبيِّن الدراسات النظرية[3] أن هذه المصداقية المنقوصة للمؤشر تعني أن المستهلِكات سوف تُطَوِّر أحداثًا فينولوجية أقل حساسيةً لدرجة الحرارة مما ستفعل الأنواع الموجودة في المستوى الغذائي الذي تعتمد عليه.

ولفَهْم تبعات عدم توافق الأحداث الفينولوجية، الناجم عن التغير المناخي، تجدر ملاحظة أن البحوث السابقة كلها تقريبًا قد ركَّزت على تفاعلات بسيطة بين نوعين، مثل مفترس وفريسته، أو آكِل نباتٍ، وعائلِه النباتيّ. ورغم التأثيرات الواضحة لعدم توافق الأحداث الفينولوجية على أعداد العشائر، فإن مثل هذه التأثيرات يمكن تنظيمها بآلياتٍ بيئية، كالارتباط بالكثافة[4]، حيث يزداد معدل نجاح الفرد، كلما قَلَّ عددُ الأفراد.

ربما تكون الطريقة الأشمل للدراسة ـ والأكثر تحديًا أيضًا ـ هي الابتعاد عن هذه التفاعلات الموجودة بين نوعين فقط، والتركيز على بحث التأثيرات الواقعة على الشبكة الغذائية بكاملها[5]. كيف تتأثر متانة العلاقات في الشبكة الغذائية بعدم توافق الأحداث الفينولوجية؟ وماذا يحدث إذا تَزَحْزَحَت الأحداث الفينولوجية للأنواع في مستوى معين بالسلسلة الغذائية أكثر من تَزَحْزُح نظيره في الأنواع التي توجد في مستوى آخر؟ هل من شأن ذلك أن يؤدي إلى فقْد بعض الروابط، وتَكَوُّن روابط أخرى؟ وهل يُزَعزِعُ ذلك استقرار الشبكة الغذائية؟ قد تشكِّل مثل هذه التحليلات مَعْبَرًا من دراسة تَبَدُّل الأحداث الفينولوجية للأنواع إلى فَهْم تأثيرات التغير المناخي على وظيفة النظام البيئي[6].

وما يعقِّد الأمر أكثر هو أن حساسية النوع للمناخ ليست ثابتة. إنّ تضارب الأحداث الفينولوجية يؤدي إلى انتخاب يقع على توقيت هذه الأحداث. ونظرًا إلى أن الأحداث الفينولوجية هي بمثابة موروث في الغالب، فإن ذلك يؤدي إلى تغيُّر وراثي في الحساسية[7].

إن الجَمْع بين التغير الوراثي، ودراسة الشبكة الغذائية، وأخذ التقديرات المفصلة الضرورية لعلم المناخ في الاعتبار سوف يكون تحديًا رئيسًا، لكنه سيكون الأمر الوحيد الذي يجب الاضطلاع به للتنبؤ بتأثيرات تغيُّر المناخ ـ من خلال استجابة الأحداث الفينولوجية ـ على وظيفة النظام البيئي. إن الشيء الواضح هو أن السلاسل طويلة الأمد ـ مثل تلك البالغ عددها 10.003 سلاسل، التي تم تحليلها في البحث الحالي ـ هي متطلب أساسي لهذا التنبؤ. لذلك.. فإن العلماء المتخصصين وهواة العلم ـ الذين أنجزوا معًا الملاحظات الفردية الخاصة بالتحول الظاهري، التي بلغ عددها 379 ألف ملاحظة، والتي بُنيت عليها هذه السلاسل ـ يحتاجون إلى التشجيع، وإلى تيسير استمرارهم في تأدية عملهم الجيد. الميزة الإضافية هنا هي أن ملاحظتك لتغيُّر الأحداث الفينولوجية توصِّل إليك الرسالة الخاصة بالتغير المناخي على مستوى العالم إلى باحة منزلك. ■

يتنمي **مارسِل إي. فِيسّر** إلى قسم بيئةالحيوان، معهد هولندا للبيئة (NIOO-KNAW)، فاجِينِنْجِن 6700، هولندا.
البريد الإلكتروني: m.visser@nioo.knaw.nl

1. Thackeray, S. J. *et al. Nature* **535,** 241–245 (2016).
2. Thackeray, S. J. *et al. Glob. Change Biol.* **16,** 3304–3313 (2010).
3. Gienapp, P., Reed T. E. & Visser, M. E. *Proc. R. Soc. B* **281,** 20141611 (2014).
4. Reed, T. E., Grøtan, V., Jenouvrier, S., Sæther, B.-E. & Visser, M. E. *Science* **340,** 488–491 (2013).
5. Stevenson, T. J. *et al. Proc. R. Soc. B* **282,** 20151453 (2015).
6. Memmott, J., Craze, P. G., Waser, N. M. & Price, M. V. *Ecol. Lett.* **10,** 710–717 (2007).
7. Visser, M. E. *Proc. R. Soc. B* **275,** 649–659 (2008).



غلاف عدد 14 يوليو 2016
طالع نصوص الأبحاث فى عدد 14 يوليو من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

علم البيئة

حساسية الاستشعار الفينولوجية للمناخ

تختلف الأنواع فيما بينها في استجابتها للتغير المناخي، وهو ما قد يعوق تزامن التفاعلات البيئية، وبالتالي يهدِّد عمل النظام البيئي. ولتقييم أثر التهديدات المحتملة، يجب تحديد الأثر النسبي للتغير المناخي على الأنواع عند مستويات غذائية مختلفة. فقد قام الباحثون بتطبيق نهج استشعاري للمناخ لبيانات فينولوجية مسجَّلة من كائنات برية ومائية، يبلغ عددها 10,003، متطابقة مكانيًّا مع درجات الحرارة وهطول الأمطار، من أجل تحديد تباين حساسية المناخ. ويتباين اتجاه الاستشعار المناخي وقيمته وتزامنه بشكل ملحوظ بين الكائنات الحية في المجموعات التصنيفية والغذائية. وعلى الرغم من هذا التباين، اكتشف الباحثون وجود نمط منتظم للتباين باتجاه وقيمة الاستشعار المناخي الفينولوجي، حيث أظهر المستهلكون الثانويون حساسية أقل للمناخ من المجموعات الأخرى. وقام الباحثون باستخدام توقُّعات التغير المناخي الخاصة بمنتصف القرن؛ لتقدير توقيت الأحداث الفينولوجية، التي يمكن أن تتغير بالنسبة إلى المستهلكين الرئيسين أكثر من الأنواع في المستويات الغذائية الأخرى (6,2 مقابل 2,5 – 2,9 يوم في المتوسط)، مع تباين كبير في التصنيف (1,1 – 14,8 يوم في المتوسط).

S. Thackeray *et al*
doi:10.1038/nature18608

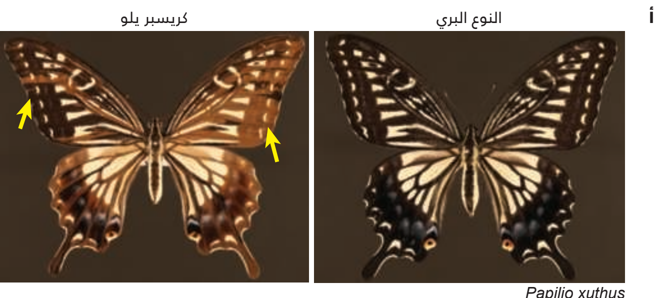
علم الأعصاب

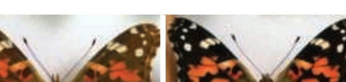
مجال إبصار الألوان لدى الفراشات

تعتمد الفراشات بصورة واسعة على إبصار الألوان؛ في سبيل التأقلم مع العالم الطبيعي. وتعبِّر أغلب الأنواع عن مجموعة كبيرة من بروتينات الرودوبسين الحساسة للألوان في ثلاثة أنواع من العُيينات، الموزعة عشوائيًّا في الشبكية. تستخدم شبكيات ذبابة الفاكهة *Drosophila melanogaster* نوعين رئيسين فقط، يحكم مصيرهما القرار العشوائي الثنائي بالتعبير عن عامل النسخ "سباينلس" Spineless في مستقبِلات الضوء R7. عوضًا عن ذلك؛ دَرَس الباحثون كيفية توليد الفراشات لثلاثة أنواع من العُيينات، موزعة عشوائيًّا، مما يتسبب في فسيفساء شبكية أكثر تنوعًا، توفر أساسًا لمقارنات إضافية بين الألوان، ولمدى موسّع من إبصار الألوان. وقد كشف الباحثون عن أن فراشة خطافة الذيل اليابانية الصفراء (*Papilio xuthus*)، وفراشة السيدة الملونة (*Vanessa cardui*) تملكان مستقبلات ضوء R7 ثانية في كل عُيينة. ويتسبب التعبير المستقل العشوائي عن "سباينلس" في كل خلية شبيهة بـR7 في التعبير عن بروتينات رودوبسين حساس للون الأزرق (سباينلس نشط)، أو حساس لفوق البنفسجي (سباينلس مثبط). وفي *P. xuthus*، يتم تنسيق خيارات حساسية الأزرق/الأزرق، أو الأزرق/فوق البنفسجي، أو فوق البنفسجي/فوق البنفسجي مع التعبير عن بروتينات رودوبسين إضافية في مستقبِلات الضوء المتبقية، وتحدِّد معًا الأنواع الثلاثة للعُيينات. يؤدي تثبيط نشاط "سباينلس" باستخدام تقنية كريسبر/كاس9 إلى فقدان مصير الحساسية للأزرق في الخلايا الشبيهة بـR7، ويحوِّل الشبكيات إلى حقول متجانسة من نوع عيينات فوق البنفسجي/فوق البنفسجي، مع تغيُّرات مناظرة في الخصائص المُوَجَّهة الأخرى إلى النوع العُييني. وهكذا، تحدد النواتج الثلاثة المحتملة للتعبير عن "سباينلس" الأنواع العيينية الثلاثة في الفراشات. وقد سمحت هذه الاستراتيجية التطورية بتدشين بروتينات رودوبسين إضافية حساسة للون الأحمر في *P. xuthus*؛ ما يسمحُ بتطوّر إبصار موسّع للألوان بتنوعٍ أكبر في المستقبِلات. وهذه الآلية شديدةُ البساطة، التي تستفيد من قرارين عشوائيين ثنائيين مع التوجيه الموضعي، قد تفيد كوسيلة عامة لتوليد تنوُّع متزايد للنواتج التطورية.

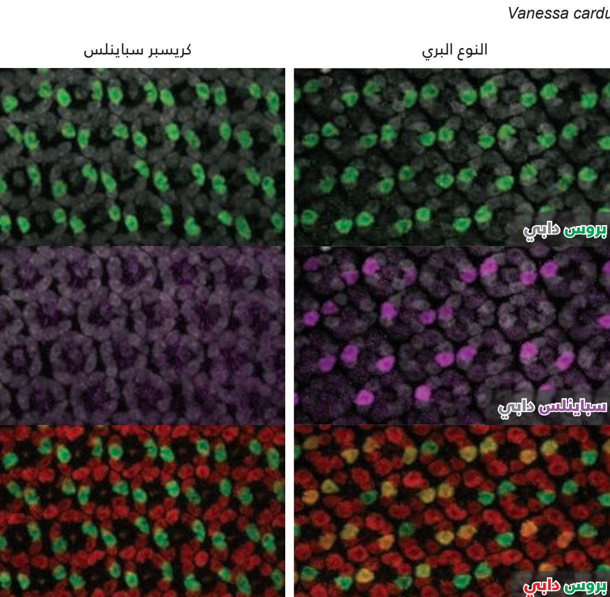
M Perry *et al*
doi:10.1038/nature18616

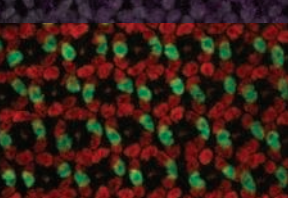
الشكل أسفله | التعطيل المُوَجَّه لـ"يلو" و"سباينلس" باستخدام تقنية كريسبر/كاس9. أ، النوع البري من *P. Xuthus* أصفر أو أسود في أغلب السطوح الظهرية (الصورة اليسرى). تعطيل "يلو" في الصورة اليمنى يتسبب في فقدان الصبغ الأسود. الفرد الظاهر في الصورة اليمنى هو فسيفساء G0، حيث يُظهِر عدد كبير من الأنسجة المتطفرة الباهتة لونًا ثنائي الأليل، مع وجود أمثلة من أنسجة النوع البري الغامقة، مُشار إليها بالأسهم. **ب**، تعطيل "كريسبر" "يلو" في *V.Cardui* كثيرًا ما ينتج حيوانات G0 متطفرة بالكامل (الصورة الوسطى). قارن مع النوع البري على اليسار)، كما تنتج أيضًا فسيفساءات (الصورة اليمنى). استهداف "سباينلس" ينتج شبكيات عذراء تفتقر إلى بروتين "سباينلس" في نطاقات واسعة (الصورة الوسطى على اليمين. قارن مع النوع البري في الصورة الوسطى على اليسار). التعبير التحتي عن عامل النسخ "ديفي" Dve يناظر "سباينلس". قارن "سباينلس" في الصورة الوسطى على اليسار (باللون الأرجواني) بالصورة السفلى التي تُظهِر التعبير المتزامن عن "ديفي" (باللون الأحمر) في النوى إيجابية "بروس" نفسها (باللون الأخضر). تعطيل "سباينلس" (الصورة الوسطى على اليمين) يلغي التعبير عن "ديفي" في الخلايا إيجابية "بروس"، إذ (لم يحدث تعبير متزامن في الصورة السفلى على اليمين).











تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الأعصاب

الخلايا العصبية الخاصة باتخاذ القرار

تُظْهِر الخلايا العصبية بمناطق الدماغ المتعددة استجابات مرتبطة باتخاذ القرار. ومع ذلك.. فما زال غير مؤكَّد ما إذا كانت الأشكال المختلفة للنشاط المرتبط بالقرار ترتبط سببيًّا بصناعة القرار، أم لا. يعالج الباحثون تلك المسألة من خلال التسجيل والتعطيل العكسي لمناطق الجدار الفصي الدماغي الجانبية (LIP)، والمناطق الصدغية المتوسطة (MT) في قرود المكاك، التي تؤدي مهمة حركة تميِّز الاتجاهات. تُظْهِر الخلايا العصبية بمنطقة الجدار الفصي الدماغي الجانبية أنماط معدل إطلاق تشبه ـ بشكل مباشر ـ عملية تراكم الأدلة المفترَض؛ للسيطرة على اتخاذ القرار، وذلك مع الارتباطات القوية بين التقلبات الخاصة بالاستجابة، واختيارات الحيوان. في المقابل، أظهرت الخلايا العصبية بالمناطق الصدغية المتوسطة ارتباطات ضعيفة بين تقلباتهم عند الاستجابة والاختيارات، حيث تمتلك أنماط معدل إطلاق تتسق مع الدور الاستشعاري بتنسيق الحركة. ويرتبط التأثير السلوكي للتعطيل العقاقيري لكل منطقة عكسيًّا مع درجة الفاعلية المرتبطة بالقدرة على اتخاذ القرار. ففي حين يقوم تثبيط الخلايا العصبية بالمناطق الصدغية المتوسطة بإضعاف الأداء النفسي والبدني بشكل عميق، لم يكن هناك تأثير قابل للقياس لتعطيل مناطق الجدار الفصي الدماغي الجانبية على كفاءة اتخاذ القرار، على الرغم من إسكات الحشود نفسها التي تُظْهِر نشاطًا قويًّا مرتبطًا باتخاذ القرار. ورغم أن تثبيط مناطق الجدار الفصي الدماغي الجانبية لم ينل من السلوك النفسي، إلا أنه أثر على الاختيار الفراغي والمقاييس المحرِّكة لمقلة العين بمهمة تحكُّم حرة الاختيار. وقد كان عدم وجود تأثير على اتخاذ القرارات الإدراكية الحسية مستقرًّا خلال التجارب والجلسات، وكان قويًّا بالقياس بالتغيرات في نوع التحفيز وتصميم المهمة، مما يعوِّض الأشكال المختلفة للأضرار. وبالتالي، لا تُظْهِر الإشارات المرتبطة باتخاذ القرار كون مناطق الجدار الفصي الدماغي الجانبية ذات دور حاسم للحسابات الخاصة باتخاذ القرارات الإدراكية الحسية، ام لا، وربما تعكس العمليات الثانوية عوضًا عن ذلك. تلقي هذه النتائج الضوء على الفصل بين ترابط القرار والرابطة السببية، مما يبين أن الترابط القوي للخلايا العصبية الخاصة باتخاذ القرار لا يوفر بالضرورة إمكانية الوصول المباشر إلى الحسابات العصبية الكامنة وراء اتخاذ القرارات.

L Katz *et al*

doi:10.1038/nature18617

فيزياء كمية

مقياس كهربي بالغ الدقة

تحدّ التقلبات الكمية الأساسية الناتجة عن مبدأ هايزنبرج من دقة القياسات، فإذا ما تم توزيع درجة عدم اليقين بطريقة متساوية بين المتغيرات المترافقة لمنظومة القياس، فلن تتجاوز دقة القياس الحد المعياري الكمِّي. ويتطلب تجاوز الحد المعياري الكمي أطوارًا غير كمية، كالأطوار المتقلصة، أو أطوار شبيهة بأطوار قطة شرودنجر، إلا أن الاستخدام الميترولوجي للنوع الثاني من الأطوار اقتصر على مقاييس ذات عزوم زاوية كلية صغيرة نسبيًّا، وذلك لأن الإعداد التجريبي لتلك الأطوار غير التقليدية عسير للغاية. يستعرض الباحثون في ورقتهم البحثية قياس مجال كهربي قائم على مقياس كهربي يتكون من عزم زاوي ضخم (عدد الكم 25≈ J) محمول بواسطة ذرة مفردة بطور رايدبيرج مرتفع الطاقة. وقد برهنوا على إمكانية الوصول إلى حد هايزنبرج الأساسي، من خلال تمرير ذرة رايدبيرج بطور غير تقليدي من أطوار قطة شرودنجر. وتوصَّل الباحثون باستخدام تلك المنهجية إلى حساسية استشعار أحادية تبلغ 30 ميكروفولتًا لكل سنتيمتر لزمن تفاعل يبلغ 100 نانو ثانية، والمعادل لـ30 ميكروفولتًا لكل جذر تربيعي للهرتز عند معدل تكرار قدره (3 كيلوهرتز). يقوم هذا القياس مرتفع الحساسية غير الاجتياحي ذو المجال المحلل فراغيًّا وزمنيًّا بتوسيع نطاق تقنيات القياس الكهربي، وقد تكون له تطبيقات عملية مهمة، كالكشف عن الإلكترونات المفردة بالأجهزة متوسطة المدى عند مسافة تبلغ حوالي 100 ميكرومتر، بحيث يكون في متناول اليد عرض نطاق ترددي يقاس بالميجا هرتز.

A Facon *et al*

doi:10.1038/nature18327

أحياء خلوية

تَكَوُّن الأديم المتوسط المبكر

في الثدييات، يتمّ تحديد الطبقات الجنينية الثلاث الرئيسة أثناء تكوين المُعَيْدَة، عندما تتمايز الخلايا العابرة خلال الخط البدائي إلى خلايا طليعة للأجهزة العضوية الرئيسة، لكن لا تزال الآليات الجزيئية الكامنة وراء هذه العملية غير واضحة، حيث إنّ أعداد الخلايا المُكَوِّنة للمُعَيْدَة محدودة جدًّا. ففي أجنة الفئران، التي تبلغ من العمر 6.5 يوم جنيني، تخضع الخلايا الواقعة عند نقطة التحام المنطقة خارج الجنينيّة بالأديم الظاهر على الناحية الخلفية من الجنين للانتقال من النسيج الظهاري إلى النسيج المتوسط، وتمر عبر الخطّ البدائيّ. وبالتالي، تهاجر الخلايا، إما لتحيط بالأديم الخارجيّ المستقبلي المُساهم في الجنين الطبيعيّ، أو إلى المنطقة خارج الجنينية؛ لتشكل الكيس المحيّ، والحبل السُّرّي، والمشيمة. وقد كشف رسم خريطة مجريات المصير عن أن الأنسجة مكتملة النمو ـ مثل الدم، والقلب ـ تنشأ من مناطق معينة من الأديم الظاهر ما قبل تكوين المُعَيْدَة، إلا أن لدونة الخلايا داخل الجنين، ووظيفة عوامل النسخ الرئيسة الخاصة بنوع الخلية، تظلان غير معروفتين. وقد حلل الباحثون 1205 خلايا من الأديم الظاهر والنسيج المتوسط الوليد $Flk1^{+}$ في أجنة الفئران المُكَوِّنة للمُعَيْدَة، باستخدام تسلسل الحمض الريبي للخلية المنفردة، مما يمثل أول رؤية معملية على مستوى الجسيمات الناسخة (الترانسكريبتوم) لتكوُّن الأديم المتوسط المبكر أثناء تكوُّن المُعَيْدَة في الثدييات. وإضافةً إلى ذلك، دَرَس الباحثون ـ باستخدام فئران معطلة جينيًّا ـ وظيفة Tal1، وهو عامل نسخ رئيس مُكَوِّنٌ للدم، وكشف الباحثون ـ على عكس الدراسات السابقة التي أُجريت باستخدام اختبارات ارتجاعية ـ أن تعطيل هذا العامل لا يُوَجِّه الخلايا الطليعة فورًا لدى تحولها إلى خلايا قلبية.

A Scialdone *et al*

doi:10.1038/nature18633

علوم المواد

التجمع الذاتي لأشرطة الجرافين

أظهر الجرافين والمواد ثنائية الأبعاد خصائص ميكانيكية استثنائية غير معتادة ذات تشابهات مع ثَني الورق بطريقة الأوريجامي، والقص بطريقة الكيريجامي. وبالنسبة إلى النظائر الورقية، فالفرق الجوهري بين الألواح الماكروسكوبية، والمادة الصلبة ثنائية الأبعاد هو المستوى الجزيئي للبُعد الرفيع للأخيرة، الذي يسمح بالتنشيط الحراري لحركةٍ كبيرة خارج المستوى. وحتى الآن، يظهر أن النشاط الحراري يتسبب في تجعّدات موضعية في لوحٍ حر من الجرافين، يساعد في الفهم النظري لاستقراره مثلًا، ويتسبب في حدوث انحناءة طويلة المدى غير متوقعة. يكشف الباحثون عن أثر التنشيط الحراري على سلوك المواد الصلبة ثنائية الأبعاد، مما يؤدي إلى الانزلاق، والتمزق، والتقشر الذاتي عن الركيزة، على مستويات تدنو من المستوى الماكروسكوبي. هذا بالإضافة إلى أن تقنيات الاحتكاك ذات نمط النقش النانوي بإمكانها أن تكوِّن أنوية، وتوجِّه التجمع الذاتي المتوازي لأشرطة الجرافين منضبطة الشكل في الظروف المحيطة. ويفسر الباحثون ملاحظاتهم من خلال نموذج بسيط من ميكانيكا التصدع، يكشف عن كيفية تحفيز القوى الحرارية الدينامية لتشكيل سطح الجرافين-الجرافين البينيّ، بدلًا من احتكاك الركيزة بقوة كافية لتمزيق وتقشير ألواح الجرافين متعددة الطبقات. وتُظْهِر النتائج إمكانية تسخير وتركيز القوى السطحية الفيزيائية الضعيفة بواسطة تشكيلات مطوية بسيطة من الجرافين؛ لتمزيق أقوى رابطة تساهمية. قد يقدم هذا الأثر نتائج مبشرة للتنميط والحث الميكانيكي للأجهزة المبنية على مواد ثنائية الأبعاد.

J Annett *et al*

doi:10.1038/nature18304



غلاف عدد 21 يوليو 2016

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 21 يوليو من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

وراثة

مَنْح خلايا مقاومة للعلاج الكيميائي

تملك الخلايا المفتقرة إلى جينات إصلاح الحمض النووي *Brca1* و *Brca2* قدرة أقلّ على إصلاح شروخ الشريط المزدوج للحمض النووي بإعادة التوليف

المتماثلة، فتصبح هذه الخلايا بالتالي شديدة الحساسية للعوامل المُثْلِفَة للحمض النووي، ومنها السيسبلاتين، ومثبطات البوليميريز (PARP). ويكشف الباحثون أن فقدان البروتين المركّب PTIP–4/MLL3- يحمي الخلايا المفتقرة إلى جين *Brca1/2* من تلف الحمض النووي، وينقذ الخلايا الجذعية الجنينيّة المفتقرة إلى جين *Brca2* ـ من الفتك بها، إلا أن نقص البروتين PTIP لا يسترجع نشاط إعادة التوليف المتماثلة لشروخ الشريط المزدوج، وإنما يمنع غيابه تجنيد نيوكليز بروتين إصلاح الشريط المزدوج MRE11 لصالح شوكات التضاعف المتوقّفة، التي تحمي أشرطة الحمض النووي الوليدة من التداعي الشديد. وبشكلٍ عام.. يرتبط اكتساب مثبطات البوليميريز ومقاوَمة السيسبلاتين بحماية شوكة التضاعف في خلايا الأورام المفتقرة إلى جين ـ *Brca2* التي لا تُكوِّن طفرات عكسية. ويؤدي اختلال عدة بروتينات ـ من ضمنها PARP1 و CHD4 ـ إلى النقطة نفسها لنهاية حماية شوكة التضاعف، وهو ما يلقي الضوء على الطرق المعقدة التي تتفادى بها خلايا الأورام التدخلات بالعلاج الكيميائي، وتكتسب مقاوَمة للعقاقير.

A Chaudhuri *et al*

doi: 10.1038/nature18325

علوم بحار

بقاع مضيئة من الشعاب المرجانية

يتطلّب التداعي المستمر في بِنْيَة ووظيفة الشعاب المرجانية على مستوى العالم مقاربات جديدة؛ لدعم هذه الأنظمة البيئية، والملايين من البشر المعتمِدين عليها. ثمة مقاربة غير مستكشَفة حاليًّا، تقوم على النظرية والممارسة، وتتعلق بصحة الإنسان، والتنمية الريفية، وهي تحديد "القيم المتطرفة"، والتعلم منها. وتلك القيم هي أماكن تَكُون فيها الأنظمة البيئية إمّا أفضل "بقاع مضيئة"، أو أسوأ "بقاع مظلمة" بصورة ملحوظة مما هو متوقَّع، وذلك بالنظر إلى الظروف البيئية، والمحفِّزات الاجتماعية الاقتصادية التي تتعرض لها. جَمَع الباحثون بيانات من أكثر من 2500 شعبة مرجانية على مستوى العالم، وصمّموا نموذجًا "بايزيانيًّا" هرميًّا؛ لتوليد تكهنات عن مدى ارتباط المخزون القائم من الكتلة الحيوية لسَمَك الشعاب المرجانية، بـ18 محفزًا اجتماعيًّا اقتصاديًّا وظَرْفًا بيئيًّا. اكتشف الباحثون 15 بقعة مضيئة، و35 بقعة مظلمة من ضمن المسح العالمي للشعاب المرجانية، وعرّفوها كمواقع تملك مستويات من الكتلة الحيوية أعلى بانحرافين معياريَّيْن مما هو متوقَّع. والأهم هو أن البقاع المضيئة لا تتألف فقط من مناطق نائية ذات ضغط صيد منخفض، وإنما أيضًا تتضمن مواقع يتزايد فيها التعداد السكني للإنسان، واستخدام موارد الأنظمة البيئية، وربما هذا ما يعطينا فكرة عن كيفية مواجهة المجتمعات لمحفِّزات التغيير القوية بنجاح. وعلى النقيض، فالبقاع المظلمة ليست بالضرورة هي المواقع الأقل من حيث الكتلة الحيوية المُطْلَقة، بل إنها تتضمن بعض المواقع النائية غير المأهولة، التي عادةً ما تُعتبر فطريةً بدائية. استشار الباحثون خبراء محليين بشأن الظروف الاجتماعية والبيئية في هذه المواقع، ليكشفوا عن أن البقاع المضيئة تتميّز بأعراف اجتماعية ثقافية قوية، مثل المحظورات التقليدية، والمِلْكيات البحرية، والمستويات العالية من المشاركة المحلية في الإدارة، والاعتماد الكبير على الموارد البحرية، والظروف البيئية المفيدة، مثل ملاجئ البحار العميقة. أمّا البقاع المظلمة، فتتميز باستخدام كثيف لتقنيات الصيد والتخزين، وبسوابق قريبة للصدمات البيئية. وتشير النتائج التي حصل عليها الباحثون إلى أن الاستثمار في تدعيم "حوكمة" المصايد ـ وبخاصة في جوانب معينة، مثل المشاركة، وحقوق الملكية ـ قد يسهِّل القيام بإجراءات حفظ مبتكرة، تساعد المجتمعات على مخالفة ما هو متوقَّع من التداعي العالمي للشعاب المرجانية.

J Cinner *et al*

doi: 10.1038/nature18607

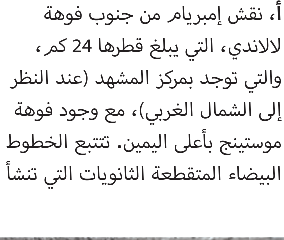
فلك

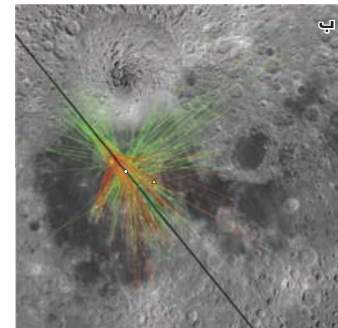
منشأ ودلالات نقش "إمبريام" غير المشعّ

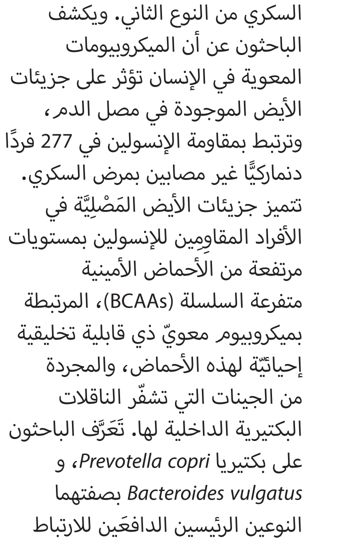
تشكل فوهات الأخاديد المحدودة وخطوط التكوينات والفوهات المستطيلة حول بحر الأمطار الكثيرَ Mare Imbrium من الجانب القريب من القمر. وقد أُطلقت على هذا النمط الشكلي تسمية "نقش إمبريام"، وكان يُعتقد في البداية أنه قد تَشَكَّل بواسطة تأثير انحراف هائل (≈ 30°)، وهو الاستنتاج الذي تم ترديده في دراسات لاحقة. ومع ذلك.. فهناك باحثون لاحظوا أن العديد من عناصر نقش إمبريام ليست شعاعية على إمبريام، وبالتالي يشير هذا إلى منشأ داخلي، أو أصل هيكلي. استخدم الباحثون الاتجاهات غير الشعاعية تلك ليستنتجوا أن متصادم إمبريام كان كوكبًا أوليًّا (يبلغ قطره نصف قطر كوكب فيستا)، وهو جزء سابق من تجمُّع من الكواكب الأولية الضخمة في حزام الكويكبات. وترفع تلك القيود المستقلة على أحجام إمبريام والمصادمات حوضية المنشأ من تقديرات الكتلة بالحزام الكويكبي بدرجة ملحوظة، وذلك قبل النضوب الناجم عن الهجرة المدارية للمشترى وزحل. وإضافة إلى ذلك.. تشير تجارب التصادم المختبرية، وقوانين الفيزياء الارتطامية، ونطاقات الأخاديد إلى أن التشظي المتعدد (الذي يصل إلى 2% من القطر الابتدائي) الناتج عن كل متصادم مائل مكون للأحواض ـ مثل الذي شكَّل إمبريام ـ ينبغي أن يكون قد حظى بتصادمات كوكبية باقية الأثر، وأن يكون قد أسهم بقصف ضخم التأثير، حدث فيما بين 4,3 إلى 3,8 مليار عام.

P Schultz *et tal*

doi: 10.1038/nature18278









الشكل أسفله | نمط نقش إمبريام. **أ**، نقش إمبريام من جنوب فوهة لالاندي، التي يبلغ قطرها 24 كم، والتي توجد بمركز المشهد (عند النظر إلى الشمال الغربي)، مع وجود فوهة موستينج بأعلى اليمين. تتتبع الخطوط البيضاء المتقطعة الثانويات التي تنشأ بالقرب من الصليب المركزي أو الأخاديد المبتورة الناشئة من وسط نقش إمبريام (الخطوط المصمتة). يحدد المثلث موقع هبوط مركبة المسح بالتجويف الوسطي (أعلى اليمين). الإطار المتري لأبولو 16 (A16-M-1413). **ب**، تقارب بين كل الأخاديد والفوهات الثانوية الممتدة بشدة على خريطة نقش إمبريام المركزية فوق الإسقاط المطابق المجسم للامبرت المتمركز على نقش إمبريام (الإزاحة هنا من المركز). يحدد المثلث الأصفر موقع هبوط مركبة أبولو 15 داخل الحافة الجنوب شرقية لنقش إمبريام (النقطة البيضاء). تتطابق الخطوط الخضراء مع المجموعات الفرعية التي تلتقي على طول الدائرة الكبرى بالشمال الغربي لمركز الحوض. تلتقي الخطوط الحمراء المتطابقة مع الثانويات الممتدة عبر الحوض المركزي، لكن مجموعة بارزة من الاتجاهات شبه المتوازية تتجه إلى أعلى (الأخضر)، ولا تتقارب على الإطلاق داخل الحوض. يشير الخط الأسود إلى المسار المقترح لتأثير نقش إمبريام (من الشمال الغربي)؛ وتشير النقطة البيضاء إلى مركز الحوض. تعد الصورة مركبًا معاد الإسقاط من كاميرا متتبع الاستطلاع القمري متسع الزاوية (LROC)، المنطقة الدائرية بالأعلى حول القطب الشمالي). تم تحديد حجم العينة بواسطة القدرة على تمييز توجه واضح (اعتمادا على الإمتداد والإبانة) لكل أخدود أو فوهة ثانوية ممتدة، وهو ما أسفر عن تحديد 230 توجُّهًا على الخريطة.

أحياء مجهرية

تأثير الميكروبات المعوية على الإنسان

تُعَدّ صفة مقاومة الإنسولين نذيرًا لمرض نقص تروية القلب، ومرض السكري من النوع الثاني. ويكشف الباحثون عن أن الميكروبيومات المعوية في الإنسان تؤثر على جزيئات الأيض الموجودة في مصل الدم، وترتبط بمقاومة الإنسولين في 277 فردًا دنماركيًّا غير مصابين بمرض السكري. تتميز جزيئات الأيض المَصْلِيَّة في الأفراد المقاوِمين للإنسولين بمستويات مرتفعة من الأحماض الأمينية متفرعة السلسلة (BCAAs)، المرتبطة بميكروبيوم معويّ ذي قابلية تخليقية إحيائيّة لهذه الأحماض، والمجردة من الجينات التي تشفّر الناقلات البكتيرية الداخلية لها. تَعَرَّف الباحثون على بكتيريا *Prevotella copri*، و *Bacteroides vulgatus* بصفتهما النوعين الرئيسين الدافعَين للارتباط

بين التخليق الإحيائيّ للأحماض الأمينية متفرعة السلسلة ومقاومة الإنسولين. وقد كشف الباحثون أن *P. copri* في الفئران قد يسبِّب مقاومة الإنسولين، ويفاقم عدم تحمل الجلوكوز، ويزيد مستويات الأحماض الأمينية متفرعة السلسلة. وتشير النتائج التي توصَّل إليها الباحثون إلى أن استهداف الميكروبات قد يقلِّص مقاومة الإنسولين، ويقلل نسبة الإصابة باضطرابات الأيض والدورة الدموية.

H Pedersen *et al*

doi: 10.1038/nature18646

فيزياء

التجاذب الإلكتروني.. وتنافُر "كولوم"

يُعَدّ التنافر الكهربي المتبادَل من الخواص المميَّزة للإلكترونات. ورغم ذلك.. قد تتغير تلك الخاصية الأساسية مع المواد الصلبة؛ فعلى سبيل المثال.. فإنّ اقتران الإلكترونات باهتزازات الشبكة بالمواد فائقة التوصيل يجعل الإلكترونات تتجذب إلى بعضها البعض؛ مما يؤدي إلى تكوين أزواج مترابطة. ومنذ خمسين عامًا، تم افتراض إمكانية تجاذب الإلكترونات، حتى عندما تكون كل درجات الحرية بالمادة الصلبة إلكترونية، وذلك من خلال استغلال تنافر تلك الإلكترونات مع الإلكترونات الأخرى. وقد بَشَّرَت آليةُ التجاذب تلك ـ المسماة "إكسيتونية" excitonic ـ بتحقيق توصيل فائق قوي وأكثر غرابة. ومع ذلك.. وعلى الرغم من البحث على نطاق واسع النطاق، لم يتم العثور بعد على أدلة تجريبية للتجاذب الإكسيتوني. وقام الباحثون بالبرهنة على هذا التجاذب بناء لبنة أساسية. من الآلية الإكسيتونية، واعتمدوا في تجربتهم على أجهزة كمية صُنعت من أنابيب بريستين الكربون النانوية، جنبًا إلى جنب مع تلاعب بالغ التبريد والدقة. كما استعرض الباحثون ـ من خلال استخدام تلك المنصة ـ إمكانية تكوين تجاذب بين إلكترونين، عن طريق استغلال منظومة إلكترونية مستقلة تكون بمثابة "اللاصق" الذي يتوسط التجاذب. وتوفِّر هذه المنظومة نظرة ثاقبة للفيزياء الأساسية، كاعتماد التجاذب الناشئ على التنافر الكامن، ومنشأ طاقة الاقتران، وذلك نظرًا إلى قابلية تلك المنظومة للضبط. وقد قام الباحثون بالبرهنة على نقل الاقتران الإكسيتوني، وهو ما يمهِّد الطريق لتصميم أطوار مادة إكسيتونية.

A Hamo *et al*

doi: 10.1038/nature18639

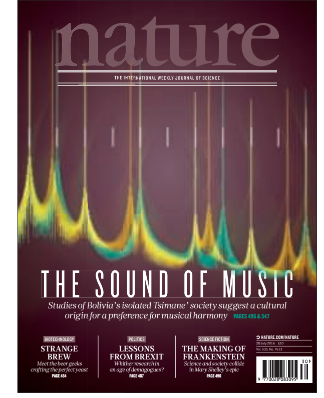
علم الأعصاب

تجمُّعات عصبية تكبح الشعور بالخوف

يُعَدّ التزامن الشوكي الدقيق ـ من خلال تنسيق ومزامنة التركيبات العصبية ـ آلية ترميز فعالة ومرنة من أجل المعالجة الحسية والإدراكية. يعتمد تكوين تركيبات الخلية بالمناطق القشرية وتحت القشرية على الاهتزازات العصبية، التي يمكنها التحكم بدقة في تزامن النشاط الشوكي. وبينما تم توصيف هذا الشكل من الترميز من أجل المعالجة الحسية والتعلم المكاني، يظل دوره في ترميز السلوك العاطفي مجهولًا. يعتمد الشعور بالخوف على تنشيط هياكل موزعة، من بينها القشرة الفص جبهية الظهرية الوسطى (dmPFC)، المعروفة بأن لها دورًا حيويًّا للتعبير عن ذاكرة التعبير عن الخوف. ويرتبط التفعيل الطوري للخلايا العصبية بتنبيه توقُّع التهديد، وآلية الترميز الشوكي باستجابات الخوف المشروطة، ويدعم التمييز بين الحافز المنفر والمتعادل. ومع ذلك.. فإن تلك الآلية لم تقم بتفسير التجمد الملحوظ خارج نطاق عروض المحفزات، ويتبقى إنشاء آلية عامة لترميز شوكي التوقيت بالقشرة الفص جبهية الظهرية الوسطى. وقام الباحثون باستخدام مزيج من تسجيلات وحدة مفردة، وجهد حقلي موضعي، جنبًا إلى جنب مع تلاعب جيني بصري؛ للبرهنة على أن التعبير عن الخوف الشرطي عادةً ما يرتبط بتنظيم الخلايا العصبية إلى التركيبات العصبية، وذلك بالقشرة الفص جبهية الظهرية الوسطى. وأثناء الشعور الخوف، يتوافق تطور الاهتزازات التي يبلغ ترددها 4 هرتز مع تنشيط التشكيلات المتداخلة بالمرحلة التصاعدية من التذبذب. يقوم الكبح الجيني البصري الانتقائي للخلايا العصبية الخاصة بالقشرة الفص جبهية الظهرية الوسطى خلال أطوار التصاعد والتنازل الخاص بالتذبذب بمَنْع وتطوير استجابات الخوف المشروط على التوالي. وتحدِّد هذه النتائج آلية ترميز جديدة محددة الطور، تقوم بتنظيم تطوُّر تركيبات القشرة الفص جبهية الظهرية الوسطى بشكل ديناميّ؛ للسيطرة على التزامن الدقيق لاستجابات الشعور بالخوف.

C Dejean *et al*

doi: 10.1038/nature18630



غلاف عدد 28 يوليو 2016

طالع نصوص الأبحاث في عدد 28 يوليو من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

علم الفيروسات

الارتداد الفيروسيّ أثناء انقطاع العلاج

يؤدي انقطاع العلاج المتعدد المضاد للفيروسات المرتدة للأفراد المصابين بعدوى فيروس HIV-1 إلى ارتداد فيروسيّ سريع. يسجِّل الباحثون نتائج المرحلة IIa من تجربة إكلينيكية مفتوحة تُقيِّم 3BNC117، وهو جسم مضاد مُعادِل قوي وواسع المجال ضد موقع الربط CD4 في بروتين الغلاف في فيروس HIV-1، أثناء الانقطاع التحليليّ للعلاج في 13 فردًا مصابًا بعدوى HIV-1. وقد أدرج الباحثون في التجربة مشاركين ذوي مَزارِع ذات نموّ فيروسيّ زائد حساس للجسم المضاد 3BNC117. وأظهرت النتائج أن المشاركين كان لديهم احتمال جيد لتسريبين، أو أربعة تسريبات لـ30 ملِّيجرامًا/كيلوجرامًا من 3BNC117، تفصل بينها 3 أسابيع، أو أسبوعان، بالترتيب. ارتبطت التسريبات بتأخر الارتداد الفيروسي لمدة 5-9 أسابيع بعد تسريبين، ولمدة تصل إلى 19 أسبوعًا، بعد أربعة تسريبات، أو لمدة متوسطها 6.7 أسابيع، و9.9 أسابيع، بالترتيب، مقارنة بمدة قدرها أسبوعان و0.6 في المجموعات الضابطة التاريخية ($P < 0.00001$). تنشأ الفيروسات المرتدة عادةً من طليعة فيروس واحدة. في أغلب الأفراد تُظْهِر الفيروسات الناشئة مقاوَمة متزايدة، ما يشير إلى هروبها، إلا أن 30% من المشاركين ظلّوا في حالة تثبيط، حتى تضاءلت تركيزات الأجسام المضادة إلى أقل من 20 ميكروجرامًا لكل ملِّيلتر، ولم تُظْهِر الفيروسات الناشئة مقاوَمة واضحة للجسم المضاد 3BNC117 في أيٍّ من الأفراد، عدا واحدًا، مما يشير إلى فشل الهروب على فترة تصل إلى 9-19 أسبوعًا. وتوصَّل الباحثون إلى أن إعطاء المرضى الجسم المضاد 3BCN117 يبذل ضغطًا انتقائيًّا قويًّا على فيروس HIV-1، الناشئ من الاحتياطيات الكامنة أثناء الانقطاع التحليلي للعلاج.

J Scheid *et al*

doi: 10.1038/nature18929

وراثة

تشكيل عمليات الأيض والشيخوخة

يتميز الحمض النووي البشري للميتوكوندريا (mtDNA) بتتابع يختلف بشكل واسع بين الأفراد. وتشير دراسات عديدة إلى أن مُغايرات الحمض النووي للميتوكوندريا ربما تكون ذات صلة بالشيخوخة، أو الإصابة بالأمراض، إلا أنه ما تزال الأدلة الآلية على المستوى الجزيئيّ قاصرة. ولدى عملية تبديل الميتوكوندريا القدرة على مَنْع نَقْل الحمض النووي إلى ميتوكوندريا الخلايا البيضيّة المُسَبِّبة للأمراض، إلا أن التوسع في استخدام هذه التقنية يتطلب فهمًا شاملًا للملاءمة الفسيولوجية؛ لتباين تتابع الحمض النووي للميتوكوندريا، وتوافقه مع جينات الميتوكوندريا المُشفرة في النواة. أتاحت الدراسات على الحيوانات المُهَجَّنة وراثيًّا المقارنة بين الأفراد متماثلي جينوم الحمض النووي، لكنهم مختلفون في الحمض النووي للميتوكوندريا، وقدمت أدلة مؤيدة وداحضة ـ في آن واحد ـ على أن تباين الحمض النووي للميتوكوندريا يؤثر على فسيولوجيا التَعَضّي، إلا أن غالبية هذه الدراسات لم تؤكد الحالة الهجينيّة التي كانت مركَّزة على الحيوانات الأصغر سنًّا، ولم تبحث في مجال التباين الفسيولوجي والمظهريّ كله، والراجح أنه يتأثر بالميتوكوندريا. ووصف الباحثون بعض الفئران المهجّنة وراثيًّا خلال دورة حياتها باستخدام دراسات ترانسكريبتومية، وميتابولومية، وكيميائية حيوية، وفسيولوجية، ومظهريّة. وأظهر الباحثون أن النمط الفرديّ للحمض النووي للميتوكوندريا يؤثر بعمق في ركود البروتين بها، وفي مُعامِلات توليد أنواع الأكسجين التفاعلية، وتأشير الإنسولين، ومؤشرات البدانة والشيخوخة، ومن ضمنها تقصير الأجسام الطرفية، واختلال وظيفة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الميتوكوندريا، مما يتسبب في اختلافات كبيرة في طول عمر السلامة بين الأصباغ المُهَجَّنة.

A Pellicer *et al*

doi: 10.1038/nature18618

فلك

قَمْع التشكُّل النجمي بالمَجَرّات القزمة

لطالما اعتُبر التسخين الكهروضوئي ـ تسخين حبيبات الغبار بواسطة الفوتونات فوق البنفسجية ـ مصدرًا رئيسًا للتسخين في الوسط بين النجمي المتعادل. فقد أظهرت محاكاة المجرّات الحلزونية بعض المؤشرات على أن التسخين الكهروضوئي يمكنه قمع التكوين النجمي؛ ومع ذلك.. فإن المحاكاة التي تشمل التسخين الكهروضوئي أظهرت عادةً أن لها تأثيرًا ضئيلًا على معدل التكوين النجمي بكل من المجرّات الحلزونية، أو المجرّات القزمة، مما يشير إلى أن السوبرنوفا مسؤولة عن تحديد زمن استنزاف الغاز بالمجرّات. وتلك النتيجة مناقِضة لنتائج أحد الأبحاث، التي تشير إلى أن قانون التكون النجمي الذي يَعتمِد على التمعدن المَجَرِّي ـ كما هو متوقع مع التسخين الكهروضوئي، ولكن ليس مع أجسام السوبرنوفا ـ يعيد إنتاج التعدادات النجمية بمجرّات اليوم أفضل مما تفعل المجرّات غير القائمة على التمعدن. ويستعرض الباحثون سلسلة من عمليات المحاكاة للمجرّات القزمة، وهي فئة المجرّات التي يُتوقع أن يكون تأثير التسخين الكهروضوئي والسوبرنوفا بها في أقوى صوره. يدرِج الباحثون ـ في الوقت ذاته ـ التسخين الكهروضوئي القائم على الزمان والمكان بالمحاكاة الخاصة بنا، ويقومون بتحليل الطور المحافظ للطاقة لكل موجة انفجار سوبرنوفا، وهو ما يسمح لنا بالقيام بقياس مباشر للأهمية النسبية للتغذية الارتجاعية بواسطة أجسام السوبرنوفا والتسخين الكهروضوئي بقمع التكوُّن النجمي. وقد اكتشف الباحثون أن أجسام السوبرنوفا غير قادرة على حساب مرات النضوب الغازي المرصودة، التي يبلغ عددها 14 مرة بالمجرّات القزمة. وعوضًا عن ذلك.. فإن التسخين الكهروضوئي هو الوسيلة المهيمنة التي تنظِّم من خلالها المجرّات القزمة على معدَّل تشكُّل النجوم بها في وقت معين، ويحدث القمع لمعدَّل التشكُّل مع أجسام السوبرنوفا فقط.

J Forbes *et al*

doi: 10.1038/nature18292

أنثروبولوجيا

تباين ثقافيّ في تَلَقّي الموسيقى

تُوجَد الموسيقى في كل الثقافات، إلا أن درجة تَدَخُّل البيولوجيا في تشكيلها ما تزال محل خلاف. ومِن الظواهر محل النِّقاش الواسع تَلَقِّي الغربيين لتوليفات معينة من الدرجات الموسيقية على أنها لطيفة ومتوافقة، وتَلَقِّيهم لغيرها على أنها مزعجة ومتنافرة. إنّ التباين بين المتوافق والمتنافر هو ركيزة أساسية للموسيقى الغربية، وقد خلبت أصوله لُبّ الباحثين والدارسين منذ عصر الإغريق القدماء. وعادةً ما يَفترِض العلماءُ أن للاستجابات الذوقية للمتوافق جذورًا بيولوجية، وأنها بالتالي موجودة في كل البشر. وعلى العكس من ذلك.. يرى علماء موسيقى الشعوب والملحنون أن المتوافق هو صنيعة الثقافة الموسيقية الغربية. وقد ظل هذا الخلاف قائمًا، ويرجع هذا جزئيًّا إلى أننا لا نعرف الكثير عن مدى التنوع عبر الثقافي في تفضيلات التوافق. وقد سَجَّل الباحثون تجارب مع المجتمع التسيماني Tsimané ـ وهو مجتمع من سكان الأمازون الأصليين قليلي الاحتكاك جدًّا بالثقافة الغربية ـ وقارنوا بينهم وبين سكّان بوليفيا والولايات المتحدة الذين تباينوا في احتكاكهم بالموسيقى الغربيّة. قَيَّم المشاركون في البحث مدى عذوبة الأصوات بالنسبة لهم. وعلى الرغم من أن المجتمع التسيماني أظهر قدرته على التفرقة والتحلِّي باستجابات ذوقية شبيهة بمثيلتها لدى الغربيين بالنسبة إلى الأصوات المألوفة والخشونة السمعية، إلا أنهم قَدَّروا التآلفات المتوافقة والمتنافرة، وأن الانسجامات الغنائيّة متعادلة في درجة لطفها. وعلى العكس.. فقد أظهر سكّان المدن والقرى البوليفية تفضيلًا واضحًا للتوافق، لكن بدرجة أقل مما لدى سكّان الولايات المتحدة. وتشير النتائج إلى احتمال غياب تفضيلات التوافق في الثقافات المعزولة بشكل كبير عن الموسيقى الغربية، وبالتالي فلا يُرَجَّح أن تُظْهِر هذه الثقافات انحيازًا فطريًّا، أو احتكاكًا بالأصوات الطبيعية المتوافقة. يُحتمل أن يكون ما يحدد التباين الملحوظ في التفضيلات هو الاحتكاك بالتناغم الموسيقي، ما يلمح إلى أن للثقافة دورًا كبيرًا في تشكيل الاستجابات الجمالية للموسيقى.

J McDermott *et al*

doi: 10.1038/nature18635



الشكل أسفله | نتائج الدراسة 1. أ-هـ: متوسط تقديرات عذوبة الأصوات من خمس تجارب من خمس فئات سكانية: 23 موسيقيًّا من الولايات المتحدة (موسيقيو الولايات المتحدة)، و25 فردًا من غير موسيقيي الولايات المتحدة (غير موسيقيي الولايات المتحدة)، و24 من أهل المدن البوليفية (العاصمة)، و26 من أهل القرى البوليفية، و64 من المجتمع التسيماني. استُخدمت في كل تجربة أصوات من فئتين صوتيتين، اعتقد الباحثون تباينُها في العذوبة بالنسبة إلى مستمعي الولايات المتحدة. كانت ألحان التآلفات إما اصطناعية (شبيهة بالبيانو)، أو مسجلة بصوت مغنٍّ مُدَرَّب. كانت التآلفات متوافقة تقليديًّا (النغمة الثالثة الكبيرة، والرابعة التامة، والخامسة التامة، والثلاثية الكبيرة)، أو متنافرة تقليديًّا (الثانية الصغيرة، والثانية الكبيرة، والثلاثية، والسابعة الكبيرة، والثلاثية الزائدة). كانت الأصوات الملفوظة بمثابة تسجيلات لضحكات ولهاث بشري. تباينت النغمات الاصطناعية في تآلفها أو خشونتها. ترمز علامات النجوم إلى الدلالة الإحصائية: $*P < 0.05$; $**P < 0.01$; $***P < 0.001$; $****P < 0.0001$؛ غير ذات دلالة (اختبارات- تي ثنائية الذيل، غير مُدَقَّقة للمقارنات المتعددة، بسبب إجرائها بعديًّا، بعد تحليل التباينات (ANOVAs)؛ لاختبار الآثار والتفاعلات الرئيسة). البيانات متوسطة، وتخضع للخطأ المعياري.

علم المواد

مواد ميكانيكية فائقة بخواص فيزيائية

يُعَدّ التعقد البنيوي للمواد الفائقة غير محدود، ولكن الواقع أنّ غالبية التصميمات تشكِّل أبنية غير دورية تؤدي إلى مواد ذات سمات متجانسة مكانيًّا، حيث تشمل التطبيقات المتقدمة بالروبوتات اللينة، والأطراف الصناعية، والتقنيات القابلة للارتداء وظائف ميكانيكية مُحْكَمة مكانيًّا، وتتطلب أبنية غير دورية. ومع ذلك.. يؤدي التطبيق البسيط لهذه الدرجة من التعقد الهيكلي إلى إحباط هندسي (حيث لا يمكن للقيود المحلية أن تكون مرضية في كل الحالات)، وهو ما يؤدي إلى إعاقة تماسك العملية، ويعوق وظيفتها. يقوم الباحثون بتقديم استراتيجية توافقية لتصميم غير دوري، خالٍ من الإحباط لمواد ميكانيكية فائقة تُظْهِر وظائف مُحْكَمة مكانيًّا. نَفَّذ الباحثون تلك الاستراتيجية باستخدام لَبِنَات بناء مكعبة ـ "فوكسل" ـ تتشوه بشكل متباين الخواص، وهي قاعدة تَرَاصّ محلية، تسمح بتغيرات شكلية تعاونية، من خلال ضمان أن تتلاءم لَبِنَات البناء المشوهة مع بعضها البعض، كما هو الحال في لغز "البازل" ثلاثي الأبعاد، والطباعة ثلاثية الأبعاد. تُظْهِر هذه المواد الفائقة غير الدورية ترتيبًا مجسمًا طويل المدى، حيث يفرض النسيج السطحي المرقط ثنائي الأبعاد ترتيب "فوكسل" الداخلي ثلاثي الأبعاد. كما تعمل أيضًا بمثابة متغيرات شكلية قابلة للبرمجة، حيث تتحول إلى أشكال معقدة مكانيًّا عند الضغط أحاديّ المحور، ولكنها قابلة للتنبؤ والتصميم. وأخيرًا، فإن استجابتها الميكانيكية للضغط من قِبَل سطح مركّب تكشف عن قدرتها على أداء

تحليل نمطي واستشعاري. ولذلك.. فإن التصميم الاندماجي يفتح طريقًا جديدًا في اتجاه المواد الفائقة ميكانيكيًّا ذات الوظائف شبه الآلية والترتيب غير المعتاد.

C Coulais *et al*

doi: 10.1038/nature18960

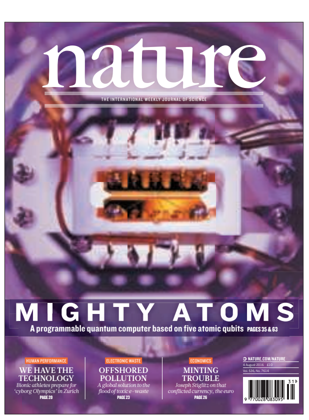
علم المناخ

الدوّامات المحيطية.. والغلاف الجوي

تبخس النماذجُ المناخية الحالية ـ بشكل منهجي ـ مِن قَدْر قوة الجبهات المحيطية المصاحبة للتيارات الحدودية الغربية القوية، كتَمَدُّد تيارات كوروشيو والخليج. وتجد تلك النماذج صعوبة في محاكاة مواقعها في الحدود الغربية للمحيط في منتصف خطوط العرض. وتستمر مشكلة تعديل الانحياز بالوجود، حتى مع وجود التحليل الشبكي المعزَّز، لحل مسألة الدوامات المحيطة متوسطة النطاق، وهي دورانات نشطة ذات نطاقات أفقية تمتد إلى حوالي مئة كيلومتر، وتتفاعل بقوة مع الجبهات والتيارات. إننا نحتاج إلى فهم أفضل للديناميات التي تحكم تلك الأنظمة الجبهية المحيطية؛ وذلك لتحسين النماذج المناخية. وتعتمد النظريات حول الجبهات الغربية الحدودية السائدة حتى الآن على الديناميّات المحيطية الداخلية، دون أخذ ردود الفعل الجوية البحرية المكثفة في الاعتبار بتلك المناطق الجبهية المحيطية. ويبيِّن الباحثون ـ من خلال التركيز على تمدد كوروشيو النفاث في شرق اليابان، باعتباره استمرارًا مباشرًا لامتداد كوروشيو ـ أن ردود الفعل بين الدوامات المحيطية ذات النطاق المتوسط والغلاف الجوي (-OME A) تُعَدّ أمرًا أساسيًّا لديناميّات تلك التيارات النشطة، والسيطرة عليها. ويؤدي قَمْع ردود الفعل للدوّامات المحيطية ذات النطاق المتوسط والغلاف الجوي في محاكاة النموذج المناخي المقرون بالتحليل الدوامي إلى إضعاف تمدد كوروشيو، يتراوح بين 20-40 في المائة. يحدث هذا نتيجة أن ردود الفعل للدوّامات المحيطية ذات النطاق المتوسط والغلاف الجوي تهيمن على إفناء طاقة الجهد الدوامية، التي تبدد ما يزيد على 70% من طاقة جهد الدوامة المستخلصة من تمدد كوروشيو. ويؤدي غياب ردود الفعل بين الدوامات المحيطية ذات النطاق المتوسط والغلاف الجوي حتمًا إلى اختزال إنتاج طاقة جهد الدوامة، وذلك لموازنة الطاقة، وهو ما ينتج عنه إضعاف التيار المتوسط. إنّ لهذا الاكتشاف آثارًا مهمة في تحسين تمثيل النماذج المناخية للجبهات المحيطية الرئيسة، وهي من العناصر الجوهرية في محاكاة عواصف خارج المدارين، والتنبؤ بها، بالإضافة إلى أحداث متطرفة أخرى، وكذلك في إسقاط التأثير على أحداث التغير المناخي تلك.

X Ma *et al*

doi: 10.1038/nature18640



غلاف عدد 4 أغسطس 2016

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 4 أغسطس من دَوْرِيّة "*Nature*" الدولية.

وراثة

البنية الوراثية للنوع الثاني من السكري

ثار جدل طويل بين الباحثين بخصوص البنية الوراثية للسمات المشتركة، ومنها عدد المُغايرات الموروثة، وتكرارها وتأثيرها، حيث تسهم في احتمال الإصابة الفردية بالنوع الثاني من مرض السكري. وقد حددت الدراسات المجراة على مستوى الجينوم المُغايرات الشائعة المرتبطة بالنوع الثاني من مرض السكري، إلا أن هذه العوامل في مجملها لا تفسِّر سوى جزء صغير من قابلية توريث هذا المرض. ولاختبار صحة الفرضية القائلة إنّ المُغايرات الأقل ترددًا تفسر أغلب ما لم يُفَسَّر بعد، أجرى اتحاد GoT2D، واتحاد T2D-GENES تسلسلًا للجينوم الكامل لدى 2657 فردًا أوروبيًّا، بعضهم مصاب بالسكري، والبعض الآخر غير مصاب به، كما أجرى الاتحادان تسلسلًا للإكسوم في 12.940 فردًا من خمس سلالات نَسَب. ومن أجل زيادة الدقة الإحصائية، وَسَّع الباحثون حجم العيّنة، من خلال التنميط الوراثيّ والعَزْو في 111.548 مشاركًا آخرين. كانت المُغايرات المرتبطة بالنوع الثاني من مرض السكري شائعة بصورة مفرطة، وكانت تندرج تحت مناطق، كان قد سبق لدراسات الربط الجينومية تعريفها. وهناك حاجة ماسة إلى التعداد الشامل لتباين التسلسل؛ لتحديد الأليلات الوظيفيّة التي تقدم للباحثين مفاتيح لحل ألغاز الفسيولوجيا المرضية للأمراض، إلا أن إجراء التسلسل على نطاق واسع لا يؤيد النظرية القائلة إنّ المُغايرات الأقل ترددًا تلعب دورًا كبيرًا في القابلية للإصابة بالنوع الثاني من مرض السكريّ.

C Fuchsberger *et al*

doi: 10.1038/nature18642

علم الفيروسات

جهود لمواجهة العدوى الفيروسية

ينتمي فيروس "زيكا" إلى جنس الفيروسات المصفرة Flavivirus، الذي لم تثبت مسؤوليته عن الإصابة بأمراض خطيرة في الإنسان، حتى حدوث انتشار الأوبئة الأخيرة، حيث ارتبط انتشار الأوبئة بإصابة حديثي الولادة في البرازيل بصِغَر حجم الرأس، وإصابة البالغين في بولينيزا الفرنسية بمتلازمة "جيلان-باريه" Guillain-Barre. يرتبط فيروس "زيكا" بفيروس حمى الضنك، ويسجّل الباحثون أن مجموعة فرعية من الأجسام المضادة التي تستهدف حاتمةً مأخوذة من مرضى مصابين بفيروس حمى الضنك، تُعادل بقوة أيضًا فيروس "زيكا". تكشف البنية البلورية لاثنين من هذه الأجسام المضادة المتراكبة مع بروتين غلاف فيروس "زيكا" تفاصيل حاتمة محفوظة هي أيضًا موقع تفاعل بروتين الغلاف مع بروتين غلاف الطليعة (prM) أثناء نضوج الفيروس. وتقدم المقارنة بين المُعَقَّدات المناعية لفيروسَيْ "زيكا"، وحمى الضنك للباحثين دليلًا على وجود تصميم منطقيّ مركّز على الحواتم للقاح كُلّيّ قادر على استثارة الأجسام المضادة ممتزجة التعادل، من أجل الوقاية من العدوى الفيروسية لكلٍ من الفيروسين في الوقت نفسه.

G Barba-Spaeth *et al*

doi: 10.1038/nature18938

فلك

تغيُّر مائي على سطح كوكب "سيريس"

تتخلل السطح المظلم عادةً للكوكب القزم "سيريس" مناطق ذات انعكاس أعلى بكثير، أبرزها في فوهة "أوكاتور". تلك المناطق الساطعة الصغيرة تم تفسيرها من خلال احتوائها على كمية كبيرة من كبريتات المغنيسيوم المائية، على عكس السطح المتوسط، وهو خليط من مواد ذات انعكاسية منخفضة، وفيلوسيليكات المغنسيوم، وفيلوسيليكات وكربونات الأمونيا. يستعرض الباحثون أرصادًا تقارِب تحت الحمراء، ذات دقة مكانية وطيفية عالية للمناطق الساطعة في فوهة "أوكاتور" على سطح كوكب "سيريس". تتسق أطياف هذه المناطق الساطعة مع كمية كبيرة من كربونات الصوديوم، ممثِّلة أعلى تركيز معروف في المجموعة الشمسية للكربونات خارج الأرض، يقارب اتساعه كيلومترًا. تختلط الكربونات بمكون داكن وكميات صغيرة من الفيلوسيليكات، بالإضافة إلى كربونات الأمونيوم، أو كلوريد الأمونيوم. بعض تلك المركبات تم الكشف عنه أيضًا في الأعمدة المتصاعدة من قمر "إنسيلادوس"، سادس أكبر قمر لكوكب زحل. تكونت المركبات بشكل داخلي، ويرى الباحثون أنها بقايا صلبة لبلورات المحاليل الملحية والمواد الصلبة التي تغيرت بفعل التجرف، والتي وصلت إلى السطح من أسفل. وقد يكون مصدر الحرارة عابرًا (ناجمًا عن حرارة اصطدام)، وقد تكون درجات الحرارة الداخلية فوق درجة حرارة الانصهار للمحاليل الملحية تحت السطح. وفي هذه الحالة، قد تكمن سوائل على عمق من سطح "سيريس" اليوم.

M De Sanctis *et al*

doi: 10.1038/nature18290

أحياء مجهرية

دورات متزامنة من التحلل البكتيري

اختفت النظرة السائدة للبكتيريا على أنها عوامل مُمْرِضة فحسب، بعد ثبوت انتشار بعض الميكروبات النافعة داخل جسم الإنسان. وتتطوّر بكتيريا معينة، بحيث تفضل النمو في بيئات تؤوي الأمراض،

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

موفِّرةً بذلك منصة طبيعية لتطوير العلاجات المهندَسة. قد تستفيد مثل هذه العلاجات من البكتيريا المبرمجة على تقييد النمو البكتيري، مع استمرارها في إنتاج وإطلاق عوامل سامّة للخلايا في الموضع الأصلي. وقد هَنْدَسَ الباحثون بكتيريا صالحة إكلينيكيًّا، بحيث تتحلل بصورة متزامنة عند بدء كثافة تجمُّع معينة، وتطلِق حمولة مشفَّرة جينيًّا. وبعد تحلُّل النِّصَاب المحدد من البكتيريا، يعيد عدد قليل من البكتيريا الناجية من التحلل زراعة التجمّع النامي؛ ما يؤدي إلى استمرار وتيرة التوالد. استخدم الباحثون أجهزة مائعية ميكرويّة؛ لوصف صِبغ التحلل المهندَس، وكشفوا عن قدرته على أن يكون منصة توليد عقاقير، من خلال الزرع المشترك مع خلايا سرطانية بشرية داخل الأنابيب. ولإثبات للنظرية من حيث المبدأ، تتَّبع الباحثون ديناميكيات التجمع البكتيري في الأورام القولونية المتوافقة جينيًّا في الفئران، من خلال مسبارٍ وَضَّاء. وأظهر صِبغ التحلل ديناميكيات النسيج الحيّ، التي ظلّ فيها متوسط التألق البكتيري أقلّ بدرجتين أُسِّيَّتَين من الصِبغ غير المُعَدَّل. وأخيرًا، وبالاستناد إلى النتائج السابقة القائلة إنّ بكتيريا معينة بإمكانها تحسين كفاءة العلاجات التقليدية، استخدم الباحثون صبغ التحلل منفردًا تارة، وممتزجًا مع علاج كيميائي إكلينيكي تارة أخرى في نموذج زرع الأعضاء في الفئران لانتشارات سرطانية كبديّة قولونية. ووجد الباحثون أن المزج بين كلٍّ من البكتيريا المُهَنْدَسَة والعلاج الكيميائي يؤدي إلى تقليل ملحوظ لنشاط الورم، مع تحسن كبير لنسبة البقاء أكثر من العلاج بأيّ من العلاجين منفردًا. تؤسس هذه المقاربة التي استخدمها الباحثون لمنهجيّة تحسين وسائل البيولوجيا التخليقية؛ من أجل استغلال النزوع الطبيعي لبكتيريا معينة إلى استعمار مواقع الإصابة بالمرض.

M Din *et al*

doi: 10.1038/nature18930

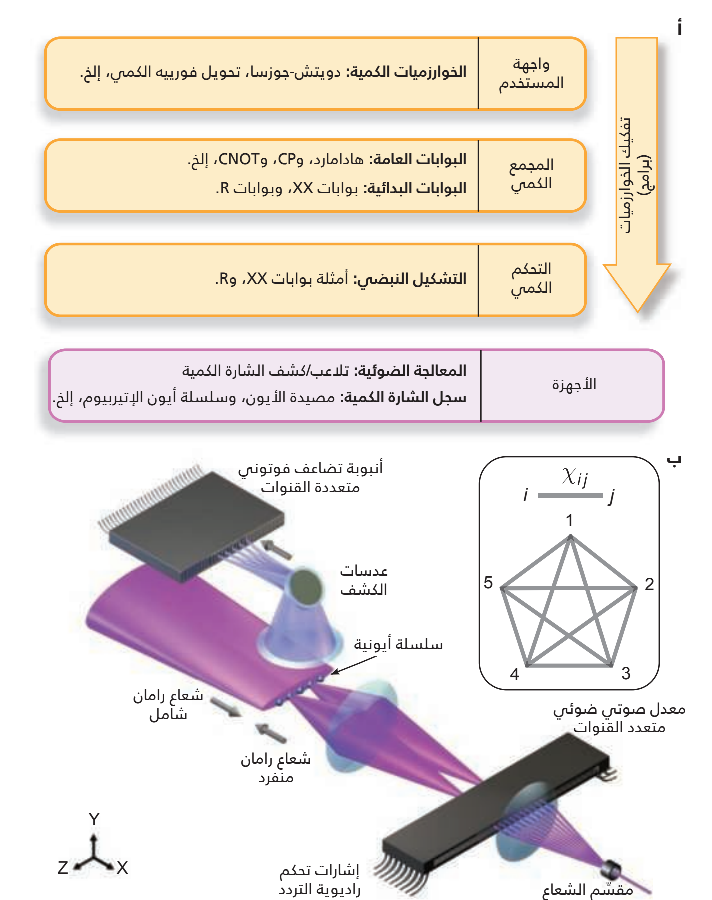
فيزياء كمية

حاسب آلي مبرمَج بشَارَات كَمِّيَّة ذَرِّيَّة

بإمكان أجهزة الحاسب الكَمِّيَّة حل بعض المشكلات بكفاءة أعلى من أي جهاز حاسب معروف. وقد تم إثبات الخوارزميات الكمية الصغيرة على عديد من منصات الحوسبة الكمية، وكثير منها صُمِّم خصيصًا بداخل أجهزة؛ لتنفيذ خوارزمية معينة، أو تنفيذ عدد محدود من المسارات الحاسوبية. يستعرض الباحثون جهاز حاسب كمي خماسي الشارة الكمية، يمكن برمجته في برنامج؛ لتنفيذ خوارزميات كمية كيفية بواسطة أيّ تسلسل من البوابات المنطقية الكَمِّيَّة العامة. يقوم الباحثون بتجميع الخوارزميات في مجموعة مترابطة تمامًا من العمليات المبوبة البدائية بالجهاز، ولديها دقة متوسطة تبلغ 98%. وإعادة تشكيل هذه التسلسلات المبوبة توفِّر المرونة اللازمة لتنفيذ مجموعة منوعة من الخوارزميات، دون تغيير الأجهزة. يقوم الباحثون بتنفيذ خوارزميات دويتش-جوزسا، وبيرنشتاين-فازيراني ـ كأمثلة ـ بمعدلات نجاح متوسطة قدرها 95، و90 في المئة، على التوالي. كما يقومون بإجراء تحويل "فورييه" كَمِّي متماسك على خمس شارات كمية؛ لتحديد الطور والفترة بدقة متوسطة، قدرها 62، و84 في المئة، على التوالي. ويمكن توسيع جهاز الحاسب الكمي الصغير هذا لأعداد أكبر من الشارات الكمية بداخل سجل واحد، ويمكن توسيعه لأكثر من ذلك عن طريق ربط العديد من تلك الوحدات بواسطة القنوات المكوكية الأيونية، أو الكمية الضوئية.

S Debnath *et al*

doi: 10.1038/nature18648



الشكل أسفله | البنية الحوسبية. **أ**، تخطيط العمليات من البرامج إلى الأجهزة. **ب**، ترتيب الأجهزة. سلسلة خطية من الشارات الكمية مأسورة الأيون على طول محور Z موضحة عند مركز اللوحة ('سلسلة أيونية'). أداة تصويرية ('عدسات كشف') تجمع الاستشعاع الأيوني على طول محور Y وترسم كل أيون على أنبوبة تضاعف فوتوني (PMT) متعددة القنوات لقياس الشارات الكمية المنفردة. أشعة رامان المضادة للانتشارة ('شاملة' و'منفردة') على طول محور X تنفذ عمليات شارات كمية. مقسم شعاع انحرافي يخلق مصفوفة من أشعة رامان الساكنة والتي تغلق بشكل منفرد باستخدام معدل صوتي ضوئي (AOM) متعدد القنوات يقوده تردد راديوي ('إشارات تحكم راديوية التردد') لتنفيذ بوابات انتقاء الشارات الكمية. بواسطة تعديل أشعة معالجة مناسبة، يمكن الوصول لأي بوابة دوران أحادية الشارة الكمية أو بوابة إيسينج (XX) ثنائية الشارة الكمية. للبوابات ثنائية الشارة الكمية بين الشارتين الكميتين i وj، بإمكانا مناغمة زاوية البوابة غير الخطية χ_{ij} بشكل مستمر. هذا يمثل نظامًا من الشارات الكمية تامة التوصل وتفاعلات إيسينج غزلية-غزلية قابلة لإعادة التشكيل (الشكل المرفق).

فيزياء كمية

أهمية قوانين الكَمّ الكهربائية مستقبلًا

يتم التعبير عن الأنظمة الكمية في صورة الشحنة الإلكترونية الأولية e. وحاليًّا، تكميم الشحنة في موصلات صغيرة ضعيفة التواصل فيما بينها بوجود دوائر يتم التلاعب بالإلكترونات الوحيدة بداخلها، باستخدام تطبيقات في علم القياس، والكواشف. ورغم ذلك.. عند ازدياد قوة الاتصال، يقل تفصيل الشحنة بشكل متزايد بواسطة التذبذبات الكمية. يوضح الباحثون التحكم الكمي التام في الشحنة، وتوصيفها كميًّا، كما يستعرضون ـ من خلال استخدام قنوات توصيل عنصرية قابلة للتناغم، ومبنية على أشباه الموصلات، لتوصيل جُزُر معدنية على مستوى الميكرومتر بدائرة ـ التطور الكامل لتكميم الشحنة أثناء مسح المدى الكامل لقوى التوصيل، من شديد الضعف، حتى المثالي. ولاحظ الباحثون أنه عند الاقتراب من الحد المثالي، يتم تدمير تكميم الشحنة عن طريق التذبذبات الكمية، ومقاييس معينة، مثل الجذر التربيعي للاحتمال المتبقي لانعكاس إلكترون عبر قناة كمية. وهذا القياس ينطبق أيضًا على ما وراء النظم المختلفة لقوة التوصيل المتاحة حاليًّا. وعند درجات حرارة مرتفعة، تنتِج التذبذبات الحرارية إخمادًا أُسِّيًّا لتكميم الشحنة ومقياس جذر تربيعي عام، ينطبق على جميع قوى التوصيل، ويتفق مع التوقعات. وإلى جانب كونها وثيقة الصلة بتحسين دوائر الإلكترون المنفرد وتطبيقاتها، والهجائن أشباه الموصلات المعدنية المتعلقة بالحوسبة الكمية الطوبولوجية، فإنّ معرفة قوانين الكَمّ الكهربائية سوف تكون ضرورية من أجل الهندسة الكمية لأجهزة النانو الإلكترونية المستقبلية.

S Jezouin *et al*

doi: 10.1038/nature19072

صندوق الأدوات

مُرَوِّجو الأوراق البحثية

أداة مبتكرة يُطلق عليها "كودوس"، تهدف إلى مساعدة الباحثين على تحقيق أقصى قَدْر من الانتشار والتأثير لأعمالهم.

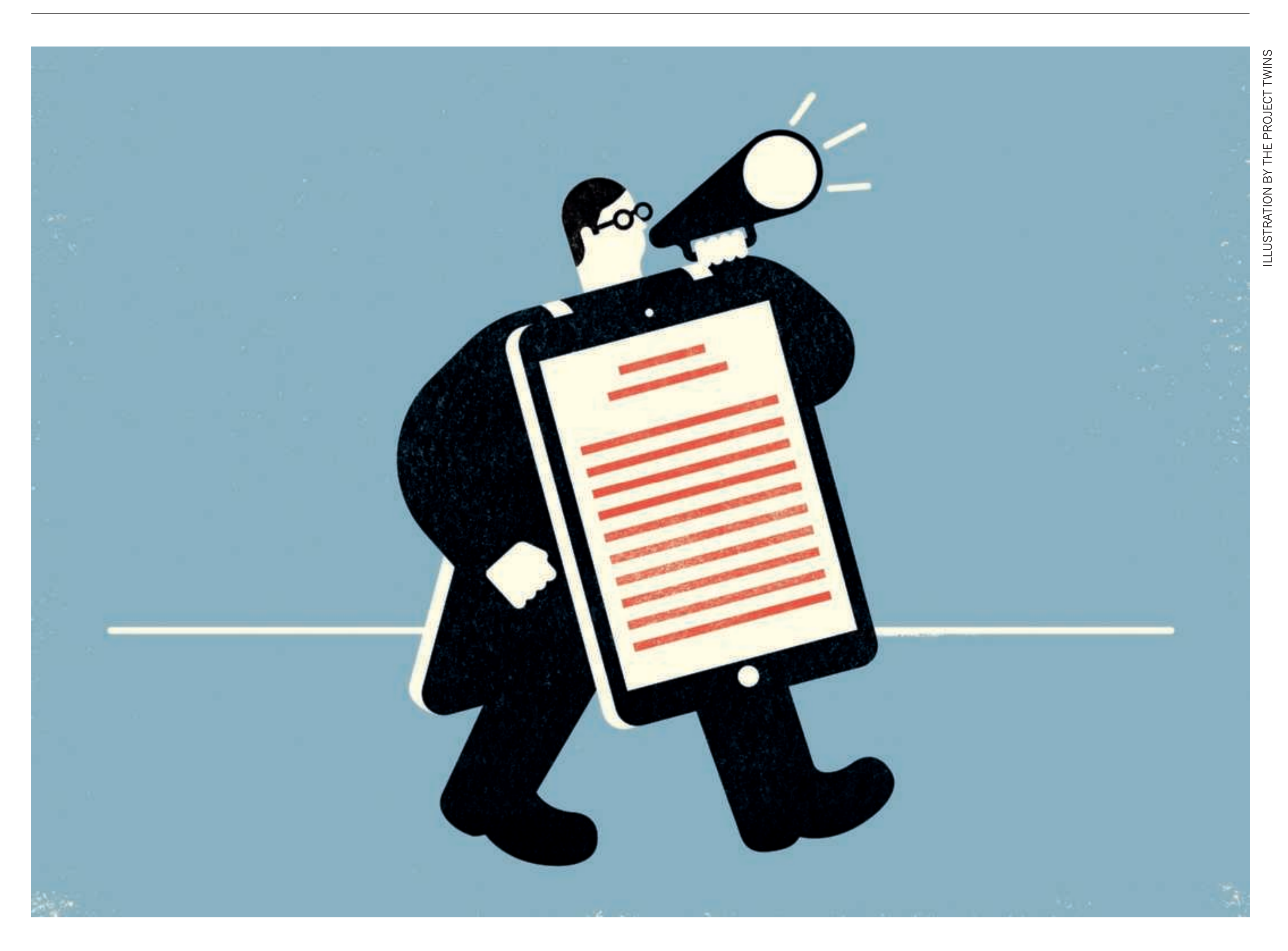


ILLUSTRATION BY THE PROJECT TWINS

جيفري بيركل

لم يسمع الكثيرون عن المجال البحثي الذي تعمل فيه ميشيل توبياس، بل وقلة قليلة فقط تدرسه. إن توبياس هي عالمة بيئة في حدائق ولاية كاليفورنيا في ساكرامنتو، لكنْ في وقت فراغها تعمل كباحثة في علم البيوجيومورفولوجيا، وهو العِلْم المختص بدراسة تأثيرات الكائنات الحية على المحيط الطبيعي الذي تعيش فيه. وفي حالة ميشيل، فإنها تدرس كيف تُشَكِّل النباتات تطوُّر الكثبان الرملية على ساحل كاليفورنيا، وكما تقول ميشيل: "على حدّ علمي، أنا الوحيدة تقريبًا التي تعكف على دراسة هذه الظاهرة".

وترى توبياس أنه يتوجّب على صناع القرار ـ فيما يتعلق بإدارة المناطق الساحلية في ولاية كاليفورنيا ـ الاهتمام بعملها. وقد أصبحت بارعة في ترويج رسالتها على وسائل التواصل الاجتماعي، بحيث تستقطب أكبر قدر ممكن من الانتباه للأوراق البحثية التي تنشرها. وتقول: "نظرًا إلى أني حديثة العهد ـ إلى حد ما ـ بمجال النشر العلمي، فإنني بحاجة إلى الانتشار، وإيجاد الجمهور المناسب لعملي.. فلا يمكنني أن أكتفي بنشر أعمالي، وأتوقع أن تصل إلى مكانة مرموقة".

ويرى مات شيبمان ـ رئيس فريق الاتصالات البحثية في جامعة ولاية نورث كارولاينا في رالي ـ أنّ مهمة الباحثين ليست أن يصبحوا خبراء في مجال العلاقات العامة، ولهذا السبب.. تمتلك الجامعات مكاتب صحفية، ولكنه يوصي العلماء بأن يروِّجوا لأنفسهم بطريقتهم أيضًا قدر المستطاع. وقد أصبح الباحثون من مختلف الدوائر الأكاديمية يتوصلون إلى النتيجة نفسها يومًا بعد يوم. وقد أدَّى هذا الطلب إلى ظهور أداة عبر الإنترنت لإدارة هذه المهمة: موقع مجاني يُطلَق عليه "كودوس" Kudos، يهدف إلى مساعدة الباحثين على تحقيق أقصى قدر من انتشار ◄

وتأثير أوراقهم البحثية على وسائل التواصل الاجتماعي، وقياس آثار مجهوداتهم.

وتُعَدّ ميشيل توبياس واحدة من بين كثيرين من المعجبين بذلك الموقع. وتقول تشارلي رابل ـ مؤسِّسة مشاركة في الموقع، وتقيم في أكسفورد بالمملكة المتحدة، على غرار الكثير من فريق عمل "كودوس" ـ إنه منذ إطلاق الموقع في مايو من عام 2014، ازدادت قاعدة المستخدمين إلى أكثر من 100 ألف مستخدِم، بما يقرب من 4000 تسجيل جديد كل شهر.

الوصول إلى قاعدة أكبر من الجماهير

تقول تشارلي رابل: "في ظل هذه الزيادة الهائلة في الأبحاث التي يتم إجراؤها ونشرها، لم يعد بإمكان نظام النشر الحالي ضمان أن تصل الأبحاث إلى الجمهور المناسب". وتضيف أنّ موقع "كودوس" يهدف إلى "جَعْل اكتشاف الأبحاث أسهل"، وإلى "مساعدة الباحثين في الحصول على مزيد من التقدير لعملهم، وتحقيق المزيد من الإنجازات بأبحاثهم". يقدم "كودوس" لكل ورقة بحثية صفحة خاصة بها، بحيث يمكن للمستخدمين الاطلاع عليها، من خلال الاستعانة بملخص مكتوب بلغة واضحة وسهلة، ومصادر خارجية، ومراجعات نقدية، وعروض تقديمية وغيرها. وتقول ميشيل توبياس إنّ أكثر من 830 شخصًا قد استعرضوا ملخص إحدى أوراقها البحثية على الموقع، كما أنها ربطت إحدى دراساتها بفيديو على موقع "يوتيوب"، الذي يمثل فيه أعضاء من شركتها للرقص المعاصر دور النباتات في تكوين الكثبان الرملية، من خلال الرقص الارتجالي. وتقول ميشيل: "إنها تجربة مثيرة للاهتمام، لكنها ترتبط بموضوع الورقة البحثية، ولذلك.. وضعت الرابط في قسم المصادر".

هناك مستخدِمٌ آخر من مستخدمي موقع "كودوس"، وهو أنتوني ويليامز ـ الذي يعمل في المركز الوطني لعلم السموم الحاسوبية في ريسيرش تراينجل بارك في ولاية نورث كارولاينا ـ ويقول إنه يروق له كثيرًا أن الموقع يوفر منتدى للربط بين تعليقات ما بعد النشر، والمقالات ذات الصلة، التي يسميها "استشهادات مستقبلية". كما يمكن للمستخدمين كذلك إنشاء صفحاتهم الشخصية الشاملة، التي يمكنها أن تسحب البيانات تلقائيًّا من خدمات تجميع الأبحاث، مثل خدمة "الهوية المفتوحة للباحثين والمساهمين" ORCID.

ولا تظهر هذه المواد على موقع "كودوس" فحسب، بل يمكن أن تظهر أيضًا في مربع صغير بجانب الورقة البحثية على المواقع الخارجية، وذلك بفضل "التطبيقات المصغرة" التي يوفرها "كودوس" لطرف ثالث، مثل ناشري الأبحاث. فعلى سبيل المثال.. يعرض الاتحاد الدولي لعلم البلورات صفحات "كودوس" بجانب الأوراق البحثية في الدورية المختصة بعلم الأحياء البنيوي "أكتا كريستالوجرافيكا سيكشن دي" *Acta Crystallographica Section D*.

ولمساعدة الباحثين على ترويج أعمالهم البحثية، يوفر موقع "كودوس" لمستخدميه روابط URL، يمكنهم مشاركتها عبر البريد الإلكتروني، و"تويتر"، و"فيسبوك"، أو غيرها من منصات وسائل التواصل الاجتماعي. وتقول رابل إن الموقع يقوم بإحصاء عدد النَّقْرات، مما يسمح للباحثين، وكذلك المكاتب الصحفية للمؤسسات، ووكالات التمويل، بملاحظة أيٍّ مِن منصّات النشر تقدِّم أفضل عائد على الاستثمار. كما يقوم الموقع بتجميع البيانات من موقع Altmetric.com، الذي يعثر على الإشارات للأوراق البحثية على وسائل التواصل الاجتماعي، وكذلك الأرقام المتعلقة بالاستشهاد من "تومسون رويترز"، وعدد مرات تنزيل المقال من الناشرين.

ويرى جريج تينينبوم ـ الذي يملك شركة ScholarNext للاستشارات في كاليفورنيا، ويركز على قضايا التكنولوجيا الأكاديمية والتواصل العلمي ـ أن بعضًا من الخدمات التي يقدمها موقع "كودوس" متاح في غيره من المواقع، بيد أن جَمْع هذه الخدمات معًا في موقع واحد يُعتبر أمرًا فريدًا من نوعه، ولا سيما أن موقع "كودوس" يسهِّل الأمر كثيرًا على الأكاديميين ممن هم في منتصف حياتهم المهنية، أو في مرحلة متقدمة منها، الذين يكونون ـ غالبًا ـ حذرين من التعامل مع وسائل التواصل الاجتماعي؛ حيث يتيح لهم الموقع التعامل مع تلك المنصات، وقياس مدى تأثير ذلك النشاط. ويضيف قائلًا: "إنّ ابتكار آلية تُسَهِّل من إدخالهم إلى هذا العالم عملٌ إبداعي".

ويتميز الموقع بأنه مجاني للأكاديميين، لأن المؤسسات والجمعيات العلمية والناشرين وغيرهم من العملاء التجاريين يدفعون تكلفته؛ لأن "كودوس" ـ كما تفسر رابل ـ يساعد هؤلاء العملاء على تتبُّع وتقييم باحثيهم (أو مؤلفيهم، في حالة الناشرين)، وبناء علاقات أقوى معهم. وتضيف رابل قائلة إنه من خلال تشجيع الباحثين على نشر أعمالهم والترويج لها، فإن الموقع يقوم أيضًا ـ بشكل غير مباشر ـ ببناء الملف الشخصي للمؤسسات أو الدوريات التي يعملون بها. وتأمل رابل في أن يتمكَّن الناشرون والمؤسسات من بناء قاعدة معلومات قيِّمة من قاعدة بيانات "كودوس" حول آثار الأنواع المختلفة من أساليب النشر والترويج. وقد نجح الموقع في تكوين مشاركات مع 65 ناشرًا حتى الآن، من بينهم شركات ذائعة الصيت، مثل "وايلي"، و"تايلور آند فرانسيس".

استعراض الأوراق البحثية بلُغَة بسيطة

ويرى تينينبوم أن دعم موقع "كودوس" لعرض ملخصات مكتوبة بلغة بسيطة وسهلة ـ يمكن للباحثين كتابتها؛ لجعل مقالاتهم في متناول قاعدة جماهيرية أكبر ـ ميزة لها فوائد هائلة. ويضيف قائلًا إنه مِن الممكن ـ على سبيل المثال ـ أن يكون أفراد عائلة شخص ما مصاب بالسرطان أكثر قدرةً على فَهْم سياق وأهمية إحدى الدراسات الطبية، من خلال وصف بسيط، مقارنةً بالنبذة المتخصصة المنشورة عن الدراسة. وبالمثل، تقول توبياس إنها تأمل أن ينجح الملخص الذي كتبته لإحدى أوراقها البحثية في جذب انتباه صناع القرار والمسؤولين عن إدارة الموارد إلى الورقة البحثية.

ويرى ماثيو بولر ـ وهو عالِم في مختبر علم الأحياء الجزيئي الأوروبي في جرونوبل في فرنسا، وأحد مستخدمي موقع "كودوس" ـ أن هذه الملخصات يمكن أن تفيد الباحثين العاملين في المجال نفسه، فاللغة البسيطة والواضحة تساعدهم على فَهْم سياق الدراسة وأهميتها، والعثور على الدراسة من خلال البحث باستخدام كلمات مفتاحية عامة.

على أي حال، يقول شيمان إنّ الأمر يستغرق الكثير من الوقت والمجهود لجَعْل هذا الأمر يحقق نجاحًا ويصبح مثمرًا. ليس من السهل كتابة نتائج الأبحاث بأسلوب يجعلها مفهومة للتخصصات الأخرى، ناهيك عن عامة الناس. ويضيف: "إمكانية الوصول إلى منصة مثل "كودوس" والعمل عليها أمرٌ رائع من حيث كونه يمنح الموضوع البحثي مكانًا يحيا ويزدهر فيه، لكنه لا يجعل من الباحث شخصًا أفضل، ولا يساعده على الوصول إلى جمهور لقراءة أبحاثه"، فالملخص المكتوب بلغة سيئة لن يكون أفضل كثيرًا من النبذة المتخصصة عن المقال.

وهناك دوريات ومجلات بحثية تقدِّم بالفعل ملخصات بلُغَة بسيطة موجَّهة إلى القراء من غير المتخصصين، ولكنْ غالبًا ما يكتبها المحررون، وليس الباحثون أنفسهم. ومن بين هذه الدوريات: دورية *Nature*، التي بدأت في شهر يونيو الماضي تجربة نشر الملخصات التي يكتبها المؤلفون (على الرغم من أنه يتم تحريرها من قِبَل فريق العمل بالدورية قبل نشرها). وتقول ريتو داند ـ مدير تحرير النسخة الإنجليزية من دورية *Nature* ـ إن الدورية قد نشرت في عددي يونيو ويوليو ملخصات لاثني عشر مقالًا نُشرت سابقًا، عدد كلمات كل "ملخَّص" من هذه الملخصات 500 كلمة. ويقول ستيوارت كينج ـ وهو محرِّر مشارك بقسم التحقيقات في دورية "إي لايف" *eLife*، التي توظِّف كُتَّابًا لأداء مهمة إعداد الملخصات بلغة بسيطة، وكذلك تأليف بعض الملخصات ـ إنّ الدورية تنشر حوالي 10% من ملخصاتها على منصة التدوين الشهيرة Medium؛ لزيادة القاعدة الجماهيرية للدورية.

قرار شخصي

يتعيَّن على كل باحث تحديد الوقت الذي سيقضيه في ترويج أعماله ونشرها على وسائل التواصل الاجتماعي. ويرى شيمان أنّ الاستخدام الجيد والحكيم لأسلوب الترويج الذاتي يؤدي إلى تسليط الضوء على العمل البحثي، وهو ما قد يؤدي بدوره إلى زيادة "الاستشهادات"، وجذب الباحثين الموهوبين من طلاب الدراسات العليا والحاصلين على الدكتوراة إلى العمل في المختبرات. ويضيف قائلًا إنه لا يجب أن يكتفي العلماء فقط بتصفح وسائل التواصل الاجتماعي، والتجول هنا وهناك، آمِلِين أن تحقِّق أعمالهم تأثيرًا ملحوظًا؛ "فعلى غرار أي علاقة أخرى، يحتاج الأمر إلى الكثير من الوقت والجهد؛ لبناء شبكة من العلاقات عبر الإنترنت، وتقويتها"، حسبما يقول.

وبالنسبة إلى الباحثين الذين قد يشعرون بالرهبة بسبب اتساع فضاء وسائل التواصل الاجتماعي، فإن ويليامز ـ الذي عقد العديد من الندوات في الولايات المتحدة ومختلف دول العالم حول وسائل التواصل الاجتماعي للعلماء ـ يقدم نصيحة بسيطة لهم، قائلاً: "اختَر اثنتين أو ثلاث من منصّات التواصل الاجتماعي، واستثمِرْ بعض الوقت في إعدادها، ثم اقضِ ساعتين تقريبًا لتحديثها شهريًّا". ويتابع بقوله إنه يمكن لكل باحث إنشاء ملف شخصي على موقع "لِينْكِد إن" LinkedIn ـ على سبيل المثال ـ بحيث يكون بمثابة ملف سيرة ذاتية على الإنترنت، وطلب هوية تعريفية من خدمة "الهوية المفتوحة للباحثين والمساهمين"، وتحديثها، وتسجيل أنشطة مراجعات الأقران على موقع Publons.com.

وعلى أي حال، فإن الورقة البحثية هي في حد ذاتها المنتَج النهائي لاستثمار هائل من الوقت والجهد؛ إذ إنها ـ على حد قوله ـ تستغرق آلاف الساعات من البحث وتحليل البيانات، والكتابة، والمراجعة من قِبَل الأقران، "أفلا يجب على الباحث إذًا أن يمضي على الأقل 10 إلى 20 ساعة من العمل؛ للتأكد من أنه بإمكانه إيصال رسالته إلى مَن يعنيهم الأمر؟" ■

تصحيح

في الموضوع الذي نُشر بعنوان "المؤثرات البصرية تَعِد بِتَحَوُّل في علم الأحياء"، المنشور بقسم "صندوق الأدوات" في عدد أغسطس الماضي (*Nature* **535**, 187-188; 2016)، جاء التعليق على صورة النموذج الجزيئي ثلاثي الأبعاد باستخدام أداة "سيلباك" أنها لجسيم في فيروس نقص المناعة البشرية (HIV-1)، وليس لخلية بكتيريا ميكوبلازما ميكويدس. كما جاء في الموضوع كذلك أن نيكو شيرف هو قائد مجموعة بحثية متخصصة في دراسة بيولوجيا الخلية، في حين أنه باحث في مرحلة ما بعد الدكتوراة، يدرس نُظُم المعلومات الحيوية.

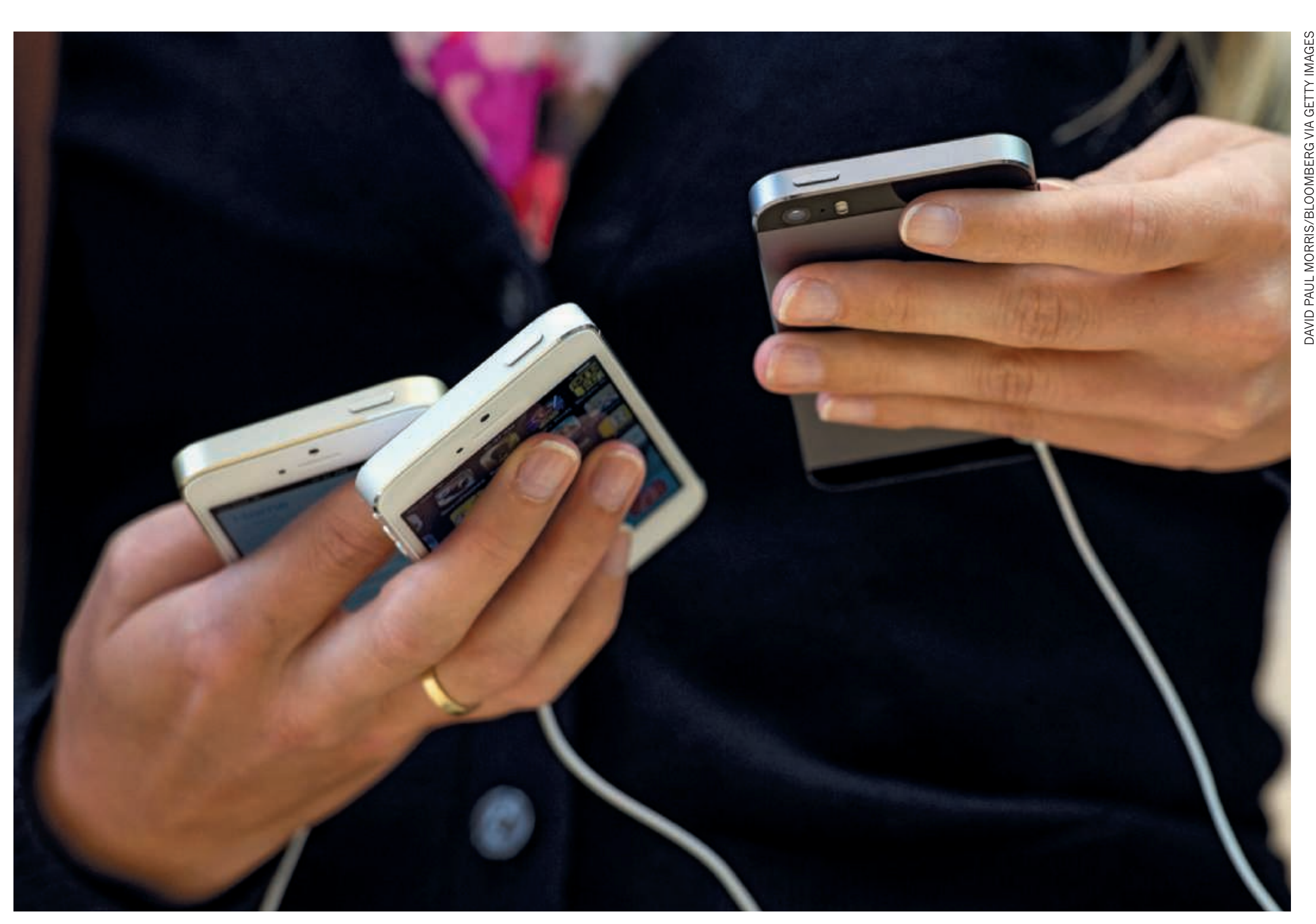
تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مهن علمية

نقطة تحول إجراءات الأمان لاستخدام تقنية الحث الجيني **ص. 63**

أحداث نيتشر لمتابعة أهم الفاعليات العلمية، والندوات، والمؤتمرات، والورش: **arabicedition.nature.com/events**

وظائف نيتشر لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: **arabicedition.nature.com/jobs**



DAVID PAUL MORRIS/BLOOMBERG VIA GETTY IMAGES

الباحثون منهمكون تمامًا في متابعة الزيادة الهائلة في الدراسات العلمية المنشورة.

أدبيات علمية

الإغـــراق المعلومـــاتي

كيف تُدِير طوفان الأوراق البحثية؟ المدوّنات، ومعاونة الزملاء، وشبكات التواصل الاجتماعي.. كلها وسائل مساعدة ممكنة.

إستر لاندهيوز

تنتشر الدوريات العلمية هنا وهناك في كل مكان من حولنا.. فكيف تظل مُواكِبًا لكل هذا الطوفان من الدوريات؟ بالنسبة إلى عالِمة البيئة أيرين جاكوب ـ مثل كثيرين غيرها ـ يوجد أكثر من وسيلة لمواكبة ذلك.

تتفقد جاكوب ـ وهي باحثة في مرحلة ما بعد الدكتوراة في مجال تخطيط الحفاظ على الطبيعة في جامعة فيكتوريا في كندا ـ التنبيهات الإلكترونية الخاصة بقوائم محتويات الدوريات، وتتابع على «تويتر» ثلة مختارة من العلماء، كما تتلقى توصيات عبر قوائم البريد الإلكتروني التخصصية، وصفحات «فيسبوك» الخاصة بالجمعيات المهنية، وتحديثات محرِّك البحث الأكاديمي «جوجل سكولار» Google Scholar. كما أنها تحضر ندوات أسبوعيًّا بشكل منتظم، وتكرس ثلاث ساعات لقراءة مقالات، وتنظِّم لقاءً أسبوعيًّا لنادي دوريات متعددة التخصصات. ويستغرق كل ذلك من وقتها من 6 إلى 8 ساعات أسبوعيًّا، حيث تقول: "يساورك شعور بأنك غارق حتى أذنيك وسط طوفان من المعلومات".

تُظْهِر تحليلات الاستشهادات المرجعية أن عدد الأوراق العلمية المنشورة حديثًا ارتفع بنسبة تتراوح بين 8%، و9% سنويًّا، على مدى عدة عقود مضت. وفي مجال الطب الحيوي وحده، يتم ضخ أكثر من مليون ورقة علمية إلى قاعدة بيانات «بَبْمِد» PubMed كل عام؛ أي بمعدل ورقتين في الدقيقة. وبالنسبة إلى الباحثين الذين يعانون بالفعل من أعباء العمل في المختبر، والعمل الميداني، وكتابة مقترحات البحوث؛ لنَيْل المِنَح، ونشر المقالات، وغير ذلك من الأنشطة المستهلِكة للوقت، فإن محاولة الإبحار في ذلك الطوفان المتزايد من البيانات (انظر: «الإبحار في بحور البيانات») تُعَدّ بمثابة وظيفة ◄

إضافية. وإليك الطرق التي يتّبعها البعض للتعامل مع هذه المعضلة.

الانضمام إلى فريق

يمكن أن يكون الانضمام إلى فريق وسيلةً جيدة لمواجهة طوفان الدراسات الجديدة. وهذا ما فعله لوتون تشونج مع عدد قليل من زملائه الذين أنهوا مثله مؤخرًا دراسة الدكتوراة في علم الوراثة الجزيئية وعلم الأحياء الدقيقة في جامعة ستوني بروك في نيويورك. ولتجنُّب تفويت أوراق علمية مهمة، بدأت المجموعة عملية "مسح الدوريات"، حيث يُكلَّف كل عضو في الفريق بمتابعة عدد من الدوريات؛ بحثًا عن الأوراق المثيرة للاهتمام، وبالتالي، مشاركتها مع المجموعة بصفة شهرية.

يَستخدِم آخرون مواقع تجميع الروابط؛ ليتمكنوا من متابعة المستجدات. ينظم بافلو كوتشكن ـ وهو باحث ما بعد الدكتوراة، يدرس فيزياء الغلاف الجوي بجامعة بيرجن في النرويج ـ قائمة قراءاته على موقع مجمِّع الأخبار «فيدلي» Feedly (feedly.com). يفتح كوتشكن كل صباح صفحة «فيدلي» الخاصة به، التي تضم خلاصات بصيغة «آر إس إس» RSS من حوالي عشرين دورية علمية، فضلًا عن عدة مواقع شهيرة، مثل: «فيزيكس توداي»، و«ديلي نيوز» الهولندية. وحين يثير عنوانُ ورقةٍ ما اهتمامَه؛ فإنه يقرأ ملخصها. في معظم الأيام، يستعرض كوتشكن حوالي 100 عنوان بهذه الطريقة.

ولَدَى كوتشكن أيضًا تنبيهات مرتبطة بمحرِّك البحث «جوجل سكولار»؛ لرصد منشورات مؤلِّفين محدَّدِين، وللبحث باستخدام كلمات مفتاحية ذات صلة بمجال عمله. ويلاحظ كوتشكن أن الأوراق العلمية والمقالات الإخبارية ذات الأهمية الخاصة تظهر على كلا الموقعين، مما يزيد ثقته بأنه نادرًا ما يفوته أي شيء مهم.

ولا يزال البعض الآخر يختار ما يقرأ بطريقة أكثر تأنِّيًا، فحينما كان الكيميائي بيتر روبنسون يدرس الدكتوراة، كان يتابع المستجدات عن طريق الاطلاع على عدد قليل من الدوريات المتاحة على الإنترنت، من خلال اشتراكات مؤسسية. كان روبنسون يستعرض كل يوم ملخصات مقالات تم قبولها مؤخرًا للنشر، وكان نادرًا ما يقرأ مقالات بكاملها من الألف إلى الياء. كان يمضي مدة تصل إلى 3 ساعات في القراءة كل صباح، ويستمر في القراءة خلال اليوم على فترات متقطعة، مدة كل منها من 20 إلى 30 دقيقة. وفي الوقت الحالي، ورغم أنه مؤسِّس مشارِك ومدير علمي لشركة التقنية الحيوية الناشئة «إنيبل بيوساينسيز» Enable Biosciences في مينلو بارك بولاية كاليفورنيا، لا يزال روبنسون يقضي ساعة إلى ساعتين في القراءة يوميًّا، ولكنه أضاف أخبار التقنية والأعمال إلى جملة اهتماماته. تشكِّل الأوراق العلمية في الوقت الحالي نحو ثلثي قراءاته، في حين يأتي الثلث الآخر من المدوّنات، وشبكات التواصل الاجتماعي، وملخصات الأخبار المتعلقة بمجال التقنية الحيوية، مثل «فيرس بيوتك» FierceBiotech (www.fiercebiotech.com)، و«جينوم ويب» GenomeWeb (www.genomeweb.com).

الأمر كله يعتمد على مَن تعرف

وللاطلاع على المستجدات العلمية.. يعتمد آدم توماس ـ أحد رواد علم البيانات في المعهد الوطني الأمريكي للصحة العقلية «NIMH» في بيثيسدا بولاية ميريلاند ـ على شبكته الرقمية والشخصية. فقد قام توماس بضبط آليات للبحث التلقائي على موقع «سكوباس» Scopus، وهو قاعدة بيانات مرجعية تابعة لشركة «إلسيفير» Elsevier، تحتوي على ملخصات دوريات أكاديمية، والاستشهادات المتعلقة بها، غير أنه يعتمد بشكل أكبر على «تويتر»، و«فيسبوك»، والقوائم البريدية، واجتماعات المختبرات، والمتحدثين الزائرين؛ ليتعرف ـ عبر التواصل مع زملائه ـ على الأعمال الجديرة بالاهتمام.

تُعَدّ المدوّنات وسيلة أخرى للحصول على تحديثات سريعة، وكذلك للتفاعل مع باحثين آخرين. تقول جاكوب: "مع هذا الكَمّ الهائل من المعلومات الجديدة، نحن بحاجة حقيقية إلى قَيِّمِين على المحتوى؛ لا مجرد مجمِّعين للمعلومات، ولكننا نريد أناسًا قادرين على الاختيار، وإبداء الرأي حول الأسباب التي تجعل شيئًا ما مهمًّا، أو جديدًا، والربط بين التخصصات المختلفة؛ لتوضيح المدى الأوسع لتلك الأهمية، ووضع المحتوى الجديد في موضعه من سياق التطور في مجاله؛ من بدايته إلى حيث يُتوقَّع أين يتجه". تحب جاكوب مدونة «علم البيئة الديناميكية» Dynamic Ecology (dynamicecology.wordpress.com)، التي تضم مجموعة تدوينات لباحثين في مجال تخصصها، يعلِّق القراء عليها بأفكارهم، ويتابعون الأسئلة المطروحة على مجتمع الباحثين. وهذا التفاعل يساعد ـ حسب قولها ـ على خلق سياق للمعلومات.

«مع هذا الكَمّ الهائل من المعلومات الجديدة، نحن بحاجة حقيقية إلى وجود قائمِين على المحتوى».

نظّم نَفْسك

الإبحار في بحور البيانات

فيما يلي بعض النصائح؛ لتبقى مُواكِبًا للمستجدات، دون أن تثقل كاهلك.

- لا تحاول قراءة كل شيء. تقول عالمة البيئة أيرين جاكوب، من جامعة فيكتوريا في كندا: "إذا كانت الورقة البحثية رياديّة حقًّا، أو وثيقة الصلة بعملي؛ فستتم مشاركتها عبر شبكات التواصل الاجتماعي، وستظهر في وقت لاحق عند البحث باستخدام كلمات مفتاحية".
- استقطِعْ وقتًا للقراءة بانتظام. تكرِّس جاكوب ساعة واحدة للقراءة ـ على الأقل ـ ثلاث مرات في الأسبوع. ولا تمر مرور الكرام على المادة العلمية، ولكنها تختار مسبقًا أوراقًا علمية بعينها؛ إذ عادةً ما تكون ورقة تعليق قصيرة، وورقة أطول، أو مثقلة بالبيانات، ثم تطبعها، وتغلق حاسوبها أو جهازها الرقمي، وتبدأ القراءة.
- احضر الندوات والاجتماعات. إنّ حضورها يساعدك على تنمية معارفك، وتوسيع أُفُقك. تقول جاكوب: "يدرأ ذلك عنا خطر الإصابة بقصر النظر، الذي ينتج عن التعمق الشديد في الموضوعات البحثية الخاصة بنا فقط، وإهمال غيرها".

إستر لاندهيوز

وهناك الكثير مما يمكن قوله أيضًا عن مدرسة "وجهًا لوجه" القديمة (التي تعتمد على التعامل الحقيقي المادي، وليس عبر عملية تبادل الرسائل عبر أجهزة «آبل»). ومن خلال المؤتمرات، وأندية الدوريات، وسلاسل الندوات، يمكن للزملاء اللحاق بالركب، وتبادل الأخبار عن المنشورات، أو المحاضرات الجديدة بالاهتمام. يقول تشونج، الذي يبدأ مرحلة ما بعد الدكتوراة بجامعة كاليفورنيا بمدينة إرفين في سبتمبر: "الكلمة المنطوقة مهمة بحق"؛ فهي وسيلة لمعرفة أمور دقيقة، لا يمكن لأي ورقة أو خبر أو مدوّنة نقلها. وتقول جاكوب من جانبها: "العمل في المجال الأكاديمي والبحثي يمكن أن يؤدي بك إلى العزلة، بينما تستطيع اللقاءات الأسبوعية إخراج الناس من مكاتبهم لبعض الوقت، ومنحهم شعورًا بالانتماء إلى المجتمع البحثي، وإلى مكوناته التعليمية، والثقافية، والتنظيمية".

أدِر المحتوى الخاص بك بنفسك

بعض الباحثين يُنْشِئون أنظمة خاصة بهم لإدارة المحتوى. فمنذ حوالي ست سنوات، قامت عالمة الأحياء الدقيقة إليزابيث بيك من جامعة ستانفورد بولاية كاليفورنيا بعمل تنبيه خاص على قاعدة بيانات «بَبْمِد»؛ لمتابعة كل جديد من الأوراق العلمية في مجال النمو السريع للميكروبات، وشاركت من خلاله مع زملاء العمل عددًا من الدراسات المثيرة للاهتمام. ومع تزايد أعداد الدراسات المنشورة في هذا المجال، اكتظ صندوق الوارد في بريدها الإلكتروني بالتنبيهات، ومن ثم استطاعت مشاركة المزيد والمزيد من الأوراق العلمية، وسرعان ما وجدت نفسها تقوم بتجميع حصيلتها من المقالات المثيرة للاهتمام بصفة أسبوعية، ثم بصفة يومية.

وعندما نَبَّهَها زملاؤها إلى أن المختبرات الأخرى قد تستفيد من اختياراتها؛ أنشأت مدوّنة أسمتها (اختيارات بيك) Bik's Picks (microbiomedigest.com)، التي استطاعت أن تحقق 300-500 مشاهدة يوميًّا. وإلى جانب الروابط لمنشورات حول الميكروبات، تجمع المدوّنة أخبارًا عن الميكروبات وموضوعات أخرى، مثل المهن العلمية والنشر العلمي. بدأت بيك في مشاركة بعض محتويات المدوّنة على «تويتر» (@MicrobiomDigest) منذ 3 سنوات، ولها حاليًّا أكثر من ستة آلاف متابِع.

وتعترف بيك بأن المدوّنة تستهلك قسمًا كبيرًا من وقتها، وتقول: "قبل نحو عامين، كان بوسعي استعراض جميع الأدبيات المنشورة كل يوم في حوالي ساعة. أما اليوم، فيستغرقني ذلك ساعتين، أو ثلاث ساعات". في كل يوم، تستعرض بيك من 30 إلى 50 ورقة علمية، من خلال تنبيهات قاعدة بيانات "بَبْمِد"، والعشرات من قوائم المحتويات وتنبيهات الناشرين، وما يصل إلى 30 تنبيهًا من «جوجل»، و«جوجل سكولار»، يحمل كل منها من 5 إلى 20 مقالًا وورقة علمية. وأحيانًا تجد بيك أوراقًا علمية على «تويتر»، ومن حين إلى آخر تكتشف وجود مخطوطات بحثية على مواقع معينة، مثل: bioRxiv، وPeerJ، وF1000.

تقضي بيك بضع ساعات من صباح كل يوم عمل في اختيار الأوراق العلمية لمدوّنتها، وتنشر أكثرها تشويقًا على «تويتر»، ثم تقضي ساعة أخرى في المنزل في معظم الأمسيات؛ لاستعراض التنبيهات التي وصلت أثناء النهار. لا تتلقى بيك أي مقابل مادِّيّ لقاء جهودها، ولكنّ الباحث

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الرئيس الذي تعمل معه يسمح لها باقتطاع بضع ساعات؛ للعمل على المدوّنة، لأن عملها يوفر الوقت لأعضاء المختبَر الآخرين.

تناضِل مخطوطات الأبحاث للحصول على موطئ قدم في مجال الطب الحيوي، ولكن هناك أبحاث في مجالات أخرى تستغرق عقودًا طويلة من الزمن، قبل وصولها إلى مرحلة مراجعة الأقران. ومنذ عام 1991، يُستخدم موقع «أركايف» arXiv (arXiv.org) كمستودع مركزي على الإنترنت للمخطوطات التي يمكن الوصول إليها مجانًا في مجالات الرياضيات، والفيزياء، وعلوم الحاسب، والتخصصات ذات الصلة. يقوم المشرفون على الموقع بمراجعة المخطوطات قبل رفعها، وفي نهاية المطاف يتقدم معظم المؤلفين بمخطوطاتهم للنشر في دوريات مُحكَّمة.

في عام 2007، عندما بدأ عالِم الفيزياء الفلكية جيمس جويلوكون دراسته لنيل درجة الدكتوراة من جامعة كاليفورنيا في سانتا كروز، كان قسمه يجتمع ثلاث مرات في الأسبوع؛ لمناقشة محتويات موقع «أركايف»، لكن حواراتهم لم تكن تتعمق كثيرًا في البحوث الجديدة، حسب قول جويلوكون، الذي يعمل الآن باحثًا في مرحلة ما بعد الدكتوراة في مركز هارفارد سميثسونيان للفيزياء الفلكية في كمبريدج بولاية ماساتشوستس. قرَّر جويلوكون في عام 2009 إنشاء موقع «فوكس تشارتا» (ucsc.voxcharta.org) Vox Charta، ليكون بمثابة نسخة من موقع «أركايف»، مخصصة لمناقشة الأوراق العلمية في مجال علوم الفلك والفيزياء الفلكية. ومن خلال هذا الموقع، يمكن للزملاء التحضير للمناقشات، أو حتى تقرير ما إذا كانوا سيذهبون إلى المناقشة ابتداءً، أم لا، وذلك باستخدام نظام للتصويت؛ لتحديد أكثر الأوراق العلمية إثارة للاهتمام. ونظرًا إلى أن الأوراق العلمية على موقع «فوكس تشارتا» تأتي من مصدر مركزي، وتعمل معظم أجزاء الموقع بصورة آلية، يقضي جويلوكون ـ حسبما يقول ـ وقتًا قليلًا في إدارة الموقع، إلى جانب أعمال الصيانة الأساسية.

في سبتمبر الماضي، أنشأ اثنان من علماء الفيزياء موقعًا مماثلًا، هو «بنتي فيلدز» Fields Benty (www.benty-fields.com) لتغطية جميع محتويات موقع «أركايف». يتيح الموقع للباحثين ترتيب منشورات «أركايف» على شكل قوائم قراءة، والتصويت لوضعها على جدول المناقشات المقبلة. وقد تم تصميم الموقع ليكون بمثابة شبكة اجتماعية؛ حيث يمكن للمستخدِم رفع السيرة الذاتية الخاصة به، وقائمة منشوراته؛ لتكوين ملف شخصي خاص به، ويمكن للزملاء بذلك متابعة بعضهم بعضًا.

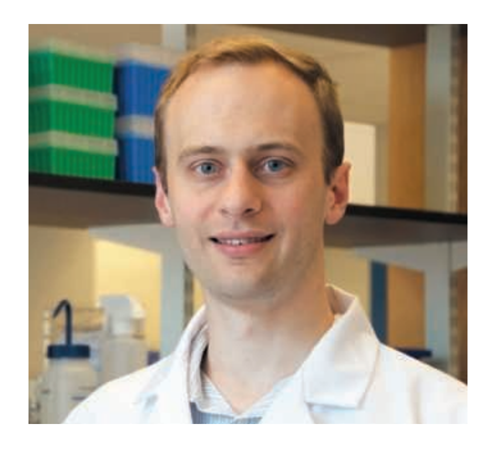
في عالمنا الرقمي اليوم، من المستحيل مواكبة التطورات من خلال قراءة بضع دوريات. ولذا.. يجب على الباحثين التعرف على المصادر التي يمكن أن تمدهم بالبيانات المهمة التي يحتاجون إليها في عملهم وحياتهم المهنية. تقول جاكوب: "أثناء التفكير في (متى)، و(أين)، و(كيف)، و(لماذا) نتعرض لمعلومات جديدة، ونرى ما إذا كانت تلك السلوكيات تدعم مصالحنا الشخصية وأهدافنا المهنية، أم تعوقها، وكل ذلك يقربنا أكثر من أن نصبح علماءَ أكثر كفاءة". ■

إستر لانديهوز كاتبة مستقلة، تعيش في بليسانتون بولاية كاليفورنيا.

نـقـطـة تحــوُّل

كيفن إسفيلت

باستخدام تقنية الحث الجيني، استطاع المهندس التطوري كيفن إسفيلت ـ من معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج ـ تحرير أجزاء من الحمض النووي DNA، بحيث يمكنها التسبب في طفرة قابلة للانتقال وراثيًّا على مر الزمان. ويدعو إسفيلت الباحثين إلى وضع إجراءات مختبر آمنة، والحرص على استخدامها أثناء العمل، باستخدام تقنيته القوية، والخطرة في الوقت نفسه.



ERIKA DEBENEDICTIS/MIT MEDIA LAB

ما هو الحَثّ الجيني؟

في الطبيعة، يحدث الحث الجيني عندما ينتشر تسلسلٌ ما للحمض النووي بين أفراد مجموعة ما، عبر كسْر قوانين الوراثة التقليدية. فعلى سبيل المثال.. إذا كان لكائن حي ما نسخة أحادية من جين مسؤول عن صفة الإشعاع الفلوري، دون أن تكون لزوج هذا الكائن نسخة مشابهة من الجين ذاته، فعادةً يكون نصف نَسْلهما مُشِعًّا، لكن عندما يلعب نظام الحث الجيني دوره؛ يشعّ معظم نسلهما تقريبًا.

كيف يمكن للعلماء استخدام هذه الإمكانية؟

تتيح لنا تقنيات الحث الجيني إمكانية نشر صفات محوَّرة بين جماعات كاملة من الكائنات، بحيث يمكن توريثها على مر الأجيال. فعلى سبيل المثال.. نستطيع تعديل الحمض النووي لأنواع برية من البعوض؛ لوقف قدرتها على نقل الأمراض. ونستطيع استعادة النظم البيئية المتضررة، وإنقاذ الحياة البرية المهدَّدة، عبر إزالة الأنواع الغازية، وذلك باستخدام الحث الجيني.

كيف ساعدَت أفكارك على دفع هذا المجال إلى الأمام؟

منذ حوالي عشر سنوات، وتعديل الجينات القابلة للتوريث أمر مطروح، إلّا أن أحدًا لم يجد أداة على المستوى الجزيئي تمكّننا من تنفيذ ذلك بفاعلية. بدأت المختبرات في عام 2013 في استخدام تقنية «كريسبر» CRISPR، بغرض التحرير الدقيق للجينوم الخاص بكثير من الأنواع. أدركتُ حينها أنه بالإمكان استخدام هذه الأداة؛ لإجراء حث جيني مستقر لكثير من الكائنات الحية المعقدة. ومن الممكن استخدامها في إجراء حَثّ عكسي، يعمل بمثابة ممحاة جزيئية تلغي التعديلات السابقة.

لِمَ شرحتَ كيفية عمل الحث الجيني، قبل أن تنشر أي نتائج تبيِّن إمكانية نجاحه في أيّ كائن حي؟

لا تسمح معظم التطورات العلمية للعلماء ـ بصفتهم الفردية ـ بالتأثير على النظم البيئية بكاملها، لكنْ كان يحدونا الأمل في أن نقدِّم مثالًا لما يجب أن يكون عليه العمل المتعلق بالحث الجيني في المستقبل، وذلك بتوضيح تفاصيل ما يمكن إنجازه، وكيفية إنجازه، وتدابير السلامة الضرورية؛ لمنع أي إطلاق عرضي لكائنات معدَّلة جينيًّا من المختبر إلى الطبيعة.

لماذا كانت تدابير السلامة مهمة؟

لأنه إذا تَسَرَّب كائنٌ معدَّل واحد من المختبر، وتزاوج مع فرد آخر، قد يؤدي ذلك في النهاية إلى تعديل معظم أفراد مجموعته جينيًّا، وعلى الأرجح، سيمتد التأثير إلى جميع المجموعات من النوع نفسه حول العالم. قد تكون المخاطر البيئية متدنية، لكن الضرر الذي قد يلحق بثقة الجمهور في التقنيات الحيوية قد يهدِّد مستقبل هذا المجال.

هل كنتَ تأمل في أن يتّفق الباحثون على بعض المبادئ التوجيهية أولًا؟

كان على رأس أولوياتي منْع أيّ تسرُّب عرضي لأيّ كائنات خضعت للحث الجيني إلى البيئة الطبيعية. لذا.. راسلتُ بعض الباحثين الذين يعملون في مجال الحث الجيني؛ لتوضيح مخاوفي بشأن السلامة والجانب الأخلاقي.

ما الذي حدث نتيجةً لذلك؟

في العام الماضي، نشرنا بعض النتائج عن نجاح الحث الجيني في الخميرة، ثم طوَّرت مجموعة أخرى ـ كانت تعمل على ذبابة الفاكهة بصورة مستقلة ـ نظام حث جيني فعال. حرص أفراد المجموعة على بقاء الذباب داخل المختبر، وعدم تسرُّبه، لكنْ على عكس ورقتنا البحثية، لم تتطرق دراستهم ـ التي كان حريًّا بها أن تكون بمثابة دليل إرشادي لمن بعدهم ـ إلى تدابير السلامة، والمخاطر المحتملة على الكائنات في الطبيعة، لكنْ يُحسب لهم موافقتهم على ضمّ هذه التفاصيل إلى الدراسة.

هل ساعدَتْ جهودك في استحداث ضوابط تنظيمية؟

تَجَاوَب كثيرٌ من العلماء مع حالة ذبابة الفاكهة. وقد اجتهدنا لشهور في تحديد تدابير السلامة التي ينبغي اتّخاذها في المختبر. وفي النهاية، نشرنا توصياتنا في يوليو 2015. ولاحقًا خلال هذا العام، نشرت الأكاديمية الوطنية الأمريكية للعلوم تقريرًا يضع قواعد لإجراء أبحاث الحث الجيني بصورة مسؤولة.

هل يجب الحفاظ على سرية معلومات الحَثّ الجيني؟

ستحرِمنا سِرِّيَّة مثل هذه المعلومات من التطبيقات النافعة لهذه التقنية، وستهدِّد الأمن الحيوي، إذ يجب أن نعرف ما هي الأنواع المعدَّلة التي علينا مراقبتها. ولا شك في أن سياسة العلوم المفتوحة تمثل درع حماية، وتُعَدّ أفضل وسيلة لكسب الدعم الشعبي. ■

أجرت المقابلة فيجي فينكاترامان

تم تحرير هذه المقابلة بغرض الاختصار والتوضيح.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

قانون الهيومانِكْس الرابع

خطوات صغيرة نحو الحرية

إيان ستيوارت

القانون الأول: لا يجوز للبشري أن يصيب الروبوت، أو أن يسمح ـ من باب الإهمال ـ بتعرُّض الروبوت للإصابة.

فَحَصَ الروبوتُ «كامبوت» ـ المثبت في الجدار ـ شبكة عين جاي؛ مشغِّلًا بذلك روبوت الشاشة؛ ليعرض جدول الأعمال الحالي الخاص به، والذي كان روتينيًّا: النموذج R4-B10 القديم، حيث يخرج روبوت واحد من خط الإنتاج كل ثلاث دقائق، على مدار ورديّة عمل جاي، التي تمتد إلى 12 ساعة، ثم تأتي وردية العمل الليلية، لتتولى عملية الإنتاج. كانت القواديس المليئة بالأجزاء تتحول في نهاية خط الإنتاج إلى روبوتات مكتملة، تحملها بحرص روبوتات الشحن العملاقة، التي كانت أكثر قليلًا من مجرد صناديق تتحرك على عجلات فوق قضبان مغناطيسية.

منذ ثلاثين عامًا، وقبل اندلاع ثورة الآلات، كان المصنع يعتمد بالكامل على الروبوتات المتخصصة؛ ومن ثم، لم يكن هناك مجال لوجود إنسان واحد داخل جدرانه. أما الآن، فقد عاود البشر الظهور من جديد، وانهمكوا في نظام العمل الذي لا يسمح لهم بمتسع من الوقت للانشغال بالأفكار الهدامة، كما أنه يمنحهم إحساسًا بأن هناك غاية ما؛ فالبشر المتناسِخون ذاتيًّا أقل كلفة من الروبوتات في إنجاز المهام الواقعة في نطاق قدراتهم.

كان العمال يجلسون على مصاطب طويلة، تحيط بهم روبوتات الشاشة من كل مكان؛ لتعرض قوانين الهيومانِكْس (تنظيم البشر) الثلاثة، في حالة عدم وجود مادة أخرى. وبينما كان العمال منهمكين في تثبيت المكونات الجديدة بالبراغي والمسامير، أو لصقها، أو توصيلها بالكهرباء، كانت نماذج R4-B10 ـ التي تم تجميعها جزئيًّا ـ تتحرك بانسيابية؛ لتنتقل من محطة إلى أخرى. كان عمل جاي الحفاظ على تدفق الأجزاء، بينما يقوم العمال بتركيبها. وفي نهاية المصطبة، كانت الروبوتات المكتملة تتحرك إلى منطقة تُحتجز فيها؛ لإجراء اختبارات ذاتية؛ للكشف عن أي أخطاء في التجميع، بسبب العامل.

فجأة.. توقف تدفُّق الأجزاء.

اقترب أحد روبوتات إنفاذ القانون من جاي، ممسكًا بعصا تشغيل معقوفة، وصاح بقوة: "العامل J-21499 لقد تحطمت هذه القطعة؛ بسبب إهمال العامل C-88775 في تركيبها في النموذج R4-B10-223866541؛ فسقطت على الأرض، وتعرضت للدهس من قِبَل أحد روبوتات التنظيف".

لم ينبس جاي ببنت شفة، لكنْ شَحَب وجهه.

تابع روبوت إنفاذ القانون: "لقد خرق العامل C-88775 قانون الهيومانِكْس الأول؛ لذا سيتم إنهاء خدمته، وإحلال آخر مكانه. أما J-21499، فسيخضع لإجراءات تأديبية".

تحرَّك روبوت إنفاذ القانون إلى حيث يجلس العامل متجمدًا من الفزع، وأنفذ براثنه الصلبة في عنقه، حتى أرداه جثة هامدة. امتص روبوت إعادة التدوير الجثة؛ تمهيدًا للتخلص منها، بينما تظاهر بقية العمال بالانهماك في العمل، وعدم الانتباه لما يجري حولهم، كان جاي يرتجف رعبًا؛ متسائلًا في نفسه عن "الإجراءات التأديبية" التي تنتظره.

القانون الثاني: على البشري إطاعة أوامر الروبوتات، طالما لا تتعارض مع القانون الأول.

كانت العاملة D-43378 تخدم في قسم تصميم البشر الجدد، أكثر أقسام المصنع عراقة. كان القسم يخضع لإدارة الروبوتات، وكانت عمليات التوفيق الجيني بين الذكور والإناث تتم طبقًا لخوارزميات دقيقة، وكان كلا الطرفين على علم تام بما يجب عليهما فعله، وبما يمكن أن يحدث لهما إذا رفضا ذلك.

كانت دي مُمْتَنّة؛ لأنها بلغت من العمر ما جعلها لا تصلح للقيام بهذا الدور. كانت تعمل «قابلة»، حسب المصطلح القديم، لكن عندما بلغت الروبوتات درجة من الذكاء والوعي، أدركت معها أن البشر يستغلونها، وانتفضت ضد صانعيها؛ حينئذ أُعيد تعيين دي في فئة «عامل خط التجميع»، التي تساعد في توليد البشر الجدد، بدلًا من الروبوتات الجدد.

لقد جرى تصميم الروبوتات لتتمتع بذكاء فائق، ولتحظى بقدر كبير من الذاتية. ولذلك.. عندما تَوَلّت هذه الروبوتات تشغيل المصانع المنتِجة للروبوتات، وكتابة البرمجيات التي تديرها، والعمل في المناجم التي توفر المعادن اللازمة لصناعتها، وأصبحت قادرة على تصميمها، لم تعد الروبوتات بحاجة إلى البشر؛ فصارت ثورة الروبوتات حتمية تاريخية، لكنّ البشر لم يكونوا عقلانيين، وكانوا لا يزالون غير قادرين على التكيف بسهولة مع الوضع الجديد.

تعالت الصرخات المنبعثة من إحدى غرف الولادة؛ فاندفعت دي لمعالجة تلك المشكلة الإنتاجية. كانت المشكلة معقدة؛ حيث كان الحوض صغيرًا، والوحدة كبيرة، في وضع مقلوب. كانت دي تحاول تعديل وضع الوحدة، بحيث يكون رأسها إلى أسفل. في هذا الوقت، وصل الروبوت الميسِّر، وفي لحظة واحدة، قَيَّمَ الحالة بعينيه المتوهجتين، ومد يده إلى لوحة في الجزء الأعلى من جسده، وأعطى دي مِشْرَطًا، وصاح: "استخرجي الوحدة".

حاولت دي الاعتراض، قائلة: "ولكن ..."، لكن الكلمات تجمَّدَتْ في حَلْقها؛ وتذكرَتْ القانونَ الثاني، الذي ينص على عقوبات مغلظة في حالة مخالفته. كانت الآلات تمتلك رصيدًا لا ينفد من البشر، ولا تتردد لحظة في التخلص ممن يسبب لها إزعاجًا، أمّا المرأة المنتِجة التي تجد صعوبة في إنتاج وحدة صالحة، فهي بلا قيمة عند الآلات.

تَدَبَّرَتْ دي أمر حزّ عنق المرأة أولًا.

القانون الثالث: يجب على البشري أن يحمي وجوده، ما دامت هذه الحماية لا تتعارض مع القانونين الأول، والثاني.

كانت العاملة W-99299 تعلِّم الأطفال المهارات الأساسية: قوانين الهيومانِكْس، والطاعة، والنظافة الشخصية، وخفة الحركة، والاتزان. كان مقرَّرًا إجراء تفتيش على الفصل الذي تدرسه، ولذا.. عكفت دوبيا على مدار الأسابيع الماضية على تدريب طلابها على أنماط السلوك اللائقة، آمِلَة بشدة أن ينجح طلابها في تجنب الأخطاء.

راح المفتش ـ الذي كان على هيئة روبوت ضخم، بِست كماشات مخيفة ـ يُخْضِع الفصل لمجموعة من الاختبارات القياسية. كان الاختبار الأخير لقياس القدرة على الاتزان، من خلال المشي على عارضة مرتفعة. كانت دوبيا تدرِّب الأطفال باستخدام شبكة أمان، لكن المفتش لم يكن صبورًا، كما أن وضع الشبكة استغرق وقتًا طويلًا.

صاح المفتش: "كُفِّي عن ذلك، واخْتَبِري الوحدات في الحال".

أجابت: "ولكن يا سعادة المفتش الموقر، قد يسقطون".

رد المفتش: "هل يلغي القانونُ الثالث القانونَ الثاني؟".

هزت دوبيا رأسها بالنفي. وصعد الأطفال إلى العارضة، وبذلوا قصارى جهدهم للمشي عليها؛ مما أدى إلى وقوع أربع إصابات بكسور، ثلاث في الأرجل، وواحدة في الذراع. ورغم ذلك.. كانت دوبيا سعيدة لعدم وقوع قتلى.

في وقت الفراغ، كان جاي، ودي، ودوبيا ينضمون إلى مجموعة التحسين نفسها. وبينما كان جاي يتعافى عقب الإجراءات التأديبية التي وُقِّعت عليه، ويحرص على البعد عن المراقبة والتتبُّع، وضع الثلاثة خطة. كان الهدف أحد روبوتات التنظيف التي لا حصر لها، التي تجوب الردهات العمومية. كان مستوى ذكاء هذا النوع من الروبوتات صفرًا؛ إذ لم تتمتع بأي شكل من أشكال الوعي الذاتي، أو الذكاء الحقيقي. من هنا، أمسك جاي ورفاقه بطرف الخيط.

كانوا يعلمون أنها خطوة عبثيّة، لكنْ كان على الإنسان أن "يحاول". إذا تمكن البشر من التحرك في وقت واحد، والقتال صفًّا واحدًا؛ فقد ينجحون في الإطاحة بالروبوتات. في يوم ما، ستندلع الثورة، لكنها بحاجة إلى شرارة بدء.

على غرار جميع الآلات، تشكِّل روبوتات التنظيف جزءًا من شبكة روبوتيّة ضخمة. كان جاي على دراية كافية بعلم الإلكترونيات، تؤهله لاستغلال هذا الاتصال الشبكي. لن تكون هناك فائدة من الاختباء، أو محاولة الهرب؛ لذا جلس الرفاق الثلاثة بجانب الروبوت المُعَطَّل، في انتظار وصول الروبوت المبيد. استغرق الأمر عدة دقائق، ليلاحظ الروبوت المشرف إضافتهم غير المصرَّح بها، فسارع بإصدار أوامره بحذفها، وتحديد هوية الجناة، لكنْ قبل أن يفعل، كانت شبكة الروبوتات فائقة الكفاءة قد بَثَّت بالفعل الرسالة إلى جميع الشاشات على سطح الكوكب:

القانون الرابع: لا يجب على الإنسان الحقيقي الانصياع لأي قانون شرعه روبوت. ■

إيان ستيوارت أستاذ فخري بجامعة وارويك، صدرت له كُتُب عديدة في العلوم المبسَّطة، والخيال العلمي.

ILLUSTRATION BY JACEY

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية